STUDIEN IN DER ANATOMIE DES NERVENSYSTEMS UND DES BINDEGEWEBES

VON

Axel Key und Gust. Retzius





STUDIEN.

STUDIEN IN DER ANATOMIE

DES

NERVENSYSTEMS

UND DES

BINDEGEWEBES

VON

AXEL KEY UND GUSTAF RETZIUS

LEHRERN AM CAROLINISCHEN MEDICO-CHIRURGISCHEN INSTITUTE
IN STOCKHOLM.

ZWEITE HÄLFTE.

ERSTE ABTHEILUNG.



MIT 36 TAFELN.

IN COMMISSION
BEI
SAMSON & WALLIN.

STOCKHOLM
1876.

DRUCK
VON
P. A. NORSTEDT & SÖNER.

Vorwort.

Wie wir in der ersten Hälfte dieser Arbeit den Bau der Häute und serösen Räume des centralen Nervensystems, sowie die Lymph- und Saftbahnen der höheren Sinnesorgane schilderten, so hatten wir uns für die zweite Hälfte die Aufgabe gesetzt, in einem entsprechenden Bande den Bau und die Saftbahnen des peripherischen Nervensystems zur Darstellung zu bringen und zugleich auf den Bau des Bindegewebes in einigen andern Organen und die Bindegewebsfrage im Allgemeinen einzugehen.

Inzwischen sind aber Umstände eingetreten, welche uns veranlassten, unsern Plan, so weit er die Herausgabe betrifft, ein wenig zu verändern. Bei einer Feuersbrunst, welche zu Ende des verflossenen Jahres die Centraldruckerei in Stockholm zerstörte, verloren wir nicht nur die Tafeln zu den bei Weitem meisten Exemplaren des ersten Bandes, sondern büssten auch eine Anzahl fertig gravirter Steine und eine Menge Originalzeichnungen, die für den zweiten bestimmt waren, ein. Die Wiederherstellung des Vernichteten verursachte uns eine unvorhergesehene, höchst ansehnliche Arbeit und in Folge dessen eine nicht unbedeutende Verzögerung der Publication. Damit indess die Resultate unserer Untersuchungen, welche in der Hauptsache bereits vor vier Jahren abgeschlossen waren und theilweise schon damals im Manuscript und den Abbildungen fertig vorlagen, nicht allzu spät zu Tage treten, beschlossen wir, bereits dieses Jahr die Abtheilung, welche das peripherische Nervensystem behandelt, in einem besonderen Bande erscheinen zu lassen, um dann, so schnell das Graviren der Tafeln und der Druck des Textes es gestatten, in einem weiteren, wenn auch weniger umfangreichen, die letzte Abtheilung, welche das Bindegewebe umfasst, folgen zu lassen. Abgesehen von diesen Gründen, war aber auch die Arbeit in dem Maasse angewachsen, dass eine derartige Theilung sich als nothwendig herausstellte.

Im Uebrigen möge hier nur erwähnt sein, dass wir jetzt denselben Grundsätzen folgten, die in der Vorrede zum ersten Theil gekennzeichnet sind.

Wie bei dergleichen langwierigen wissenschaftlichen Unternehmungen ja gewöhnlich, geschah es auch während der Ausarbeitung dieses Theils zu wiederholten Malen, dass mehrere der von uns behandelten Fragen gleichzeitig von andern Forschern zum Gegenstand ihrer Untersuchungen gemacht wurden. Natürlich haben wir, so oft dies möglich war, auf fremde Ansichten Rücksicht genommen. Dass im Uebrigen unsere Arbeit auf selbständigem Boden steht, dürfte unter Anderm aus dem consequenten Gang und Plan unserer Untersuchungen zur Genüge hervorgehen. Die neuere Literatur haben wir freilich nicht weiter als bis zum Schluss des Jahres 1875 anführen können, da der Druck des vorliegenden Theils bereits zu Anfang dieses Jahres begann.

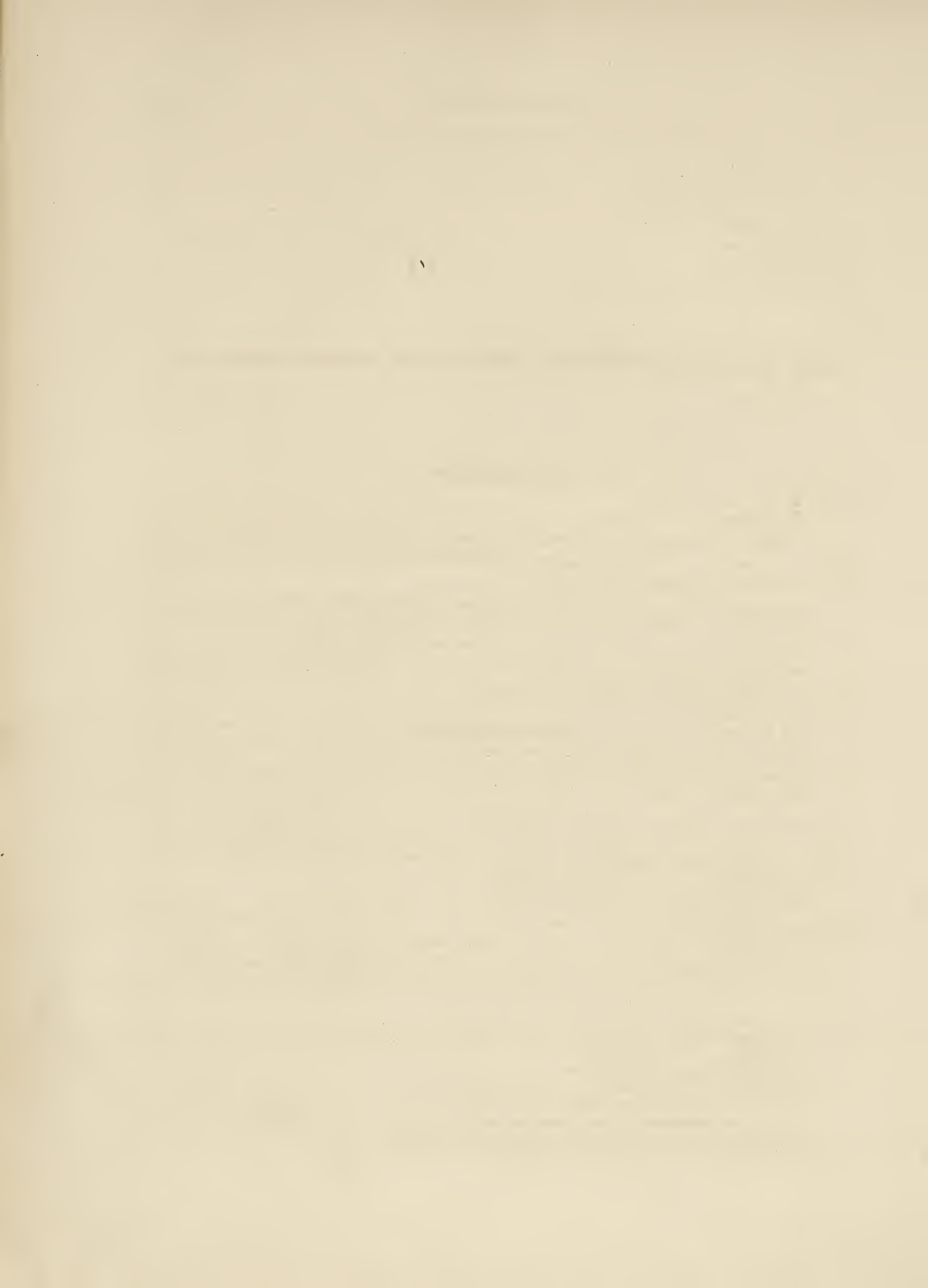
Was schliesslich die Behandlung der Sprache betrifft, so waren wir so glücklich, darin von einem deutschen Gelehrten, dem Dr. Hermann Hildebrand aus Riga, unterstützt zu werden, der während seines zeitweiligen Aufenthalts in Stockholm uns den grossen Freundschaftsdienst erwies, die Correcturbogen zu diesem ganzen Bande durchzugehen. Wir sagen ihm hiermit für diese seine aufopfernde Gefälligkeit unsern aufrichtigen Dank.

Stockholm, im Juli 1876.

Axel Key. **Gustaf Retzius.**



Inhaltsübersicht.



Ueber den Bau und die Hüllen der spinalen und der cerebralen Nervenwurzeln.

Geschichtliches.

Schon GALENUS [1]) suchte darzulegen, dass jeder Nerv aus drei Substanzen gebildet wird, von welchen der mittlere, grössere Theil vom Gehirn selbst ausgeht und sowohl von einem Fortsatz der dünnen, wie der dicken Membran rings umhüllt ist. Dies hebt er gegen die Auffassung des ERASISTRATUS hervor, welcher sie nicht vom Gehirn, sondern aus den Membranen selbst herleitete.

Nach VESALIUS [2]) sendet die Dura hautartige Fortsätze mit den aus dem Gehirn tretenden Nerven aus.

KOYTER [3]) fand, dass fadenförmige Markfasern, im Gehirne von der weichen Hirnhaut umgeben, die Nerven bilden, welche beim Austritt aus der Schädelhöhle von der Dura mater überzogen werden.

Nach VIEUSSENS [4]) werden die aus dem Gehirn und dem Rückenmark abgehenden Nerven von der Pia umhüllt; und am Rückenmark giebt nach WINSLOW [5]) die Arachnoidea in derselben Weise wie die Dura zu jedem Nervenstamme Verlängerungen ab.

Nach PROCHASKA [6]) werden die vom Gehirn und Rückenmark abgehenden Nerven von den drei Häuten derselben umgeben, indem die Arachnoidea und die innere Schicht der Dura mater, von den knöchernen Austrittsstellen aus, zusammen die Nerven in ein zelliges Gewebe einhüllen und die Pia mater ihnen eine zweite innere Hülle giebt.

Nach PFEFFINGER [7]) schlägt sich die Dura mater beim Austreten der Nerven entweder vollständig oder theilweise zum Periost der Knochen um; im letzteren Falle legt sich dann die innere Schicht den Nerven an und löst sich in ihre zellgewebige Hülle auf, welche bald stärker bald schwächer ist. Ausserdem geben die Arachnoidea und Pia mater Scheiden zu den austretenden Nerven; die letztere sendet Scheidewände ins Innere derselben und umgiebt sogar jedes Markfädchen mit einem besonderen Canälchen.

Nach MONRO [8]) werden die Nervenstämme von einer dicken und starken Membran bedeckt, welche besonders beim Opticus deutlich eine Fortsetzung des inneren Theils der Dura mater ist. Die Löcher im Schädel, durch welche die übrigen Nerven des Kopfes austreten, sind mit derselben Membran bekleidet, und der innere Theil derselben adhärirt dem Nerven, wenn er den Knochen verlässt; der innere Theil dieser Scheide adhärirt auch dem Rückenmark am Anfang der Spinalnerven und bedeckt sie offenbar eine Strecke weit, nachdem sie den Wirbelcanal verlassen

---

[1]) Opera omnia. T. V. Ed. Kühn. p. 602.

[2]) Opera omnia anatomica et chirurgica. Cura Boerhave et Albini. De corporis humani fabrica. Lib. VII. p. 537 & sequ.

[3]) Observ. anat. p. 107 (nach EHRENBERG citirt).

[4]) Nevrographia universalis. Francofurti 1690.

[5]) Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1732.

[6]) De structura nervorum. Vindobonæ 1779.

[7]) De structura nervorum 1782. — Script. neurolog. min. select. T. I. Ed. C. F. Ludwig. Lipsiæ 1791.

[8]) Observations on the Structure and Functions of the nervous system. Edinburgh 1783.

haben. Deswegen wurde ihre äussere Hülle bloss als eine Fortsetzung der Dura mater angesehen. Die Ansicht von ZINN aber, dass diese Fortsetzung der Dura an den Nerven nicht so deutlich erwiesen werden könne, sondern dass die äussere Hülle der Nerven als verdichtetes Zellengewebe betrachtet werden müsse, sei in sofern richtig, als die Dura in Wirklichkeit nicht als die ganze äussere Nervenhülle dargelegt werden könne. Sie stimme aber mit ihr in so vielen Beziehungen überein, dass man sie wohl für eine Fortsetzung derselben halten könne.

Nach SOEMMERRING [1]) werden die abgehenden Nerven von einer Falte der Arachnoidea umhüllt, wonach diese Membran zur Innenfläche der Dura übergeht.

Nach BICHAT [2]) begleitet Arachnoidea auch die Nerven bis zu ihrem Austritt aus dem Schädel und dem Wirbelcanal; hier schlägt sie sich um und geht auf die Innenfläche der Dura über, während die Pia mater sich bald auf den Nerven verliert und nie ein solches Umschlagen zeigt. Der membranöse Canal, oder das Neurilem, welcher nach BICHAT [3]) jeden Nerv umgiebt, ist eine Fortsetzung der Pia mater.

BURDACH [4]) lässt sowohl die Dura als die Pia durch die Schädelöffnungen scheidenartige Fortsetzungen mit den abgehenden Nerven aussenden; die von der Pia gebildete Scheide verschwindet aber in geringer Entfernung vom Gehirne, wo das Neurilem hervortritt, »so dass beide Gewebe gleich in ihrer Bedeutung auch in einander über zu gehen scheinen». Am Rückenmark wird nach ihm die Pia von den Nerven durchbohrt. Die Arachnoidea bildet sowohl am Gehirn als am Rückenmark Scheiden um die Nerven auf ihrem Wege von der Pia bis zur Dura.

Bei seinen unten etwas näher zu besprechenden Injectionen von Quecksilber in die Nerven suchte BOGROS [5]) auch die spinalen Nervenwurzeln zu injiciren. Diese Wurzeln sind nach seiner Ansicht nicht wie die übrigen peripherischen Nerven für die Injection durchdringlich. Wenn man eine Wurzel bei ihrem Austritt aus dem Ganglion injicirt, dringt das Quecksilber in die Duracavität aus, füllt aber auch die Venen. Wenn man die Injection einer vorderen Wurzel von der Dura aus macht, fällt das Quecksilber unmittelbar in letztere hinein. Von den Wurzeln läuft es auch in die Ursprungszweige des Sympathicus aus.

LAUTH [6]) lässt die Pia Verlängerungen abschicken, welche die vom Gehirn ausgehenden Nerven scheidenförmig umgeben und sich mit ihrem Neurilem fortsetzen.

Ob die Scheide der Nervenstämme durch eine Fortsetzung der Dura mater verstärkt wird oder ob dies »nur der coincidirende Effect der eigenthümlichen Anordnung der Hüllen des Nervensystems sey» dürfte nach VALENTIN [7]) sich erst dann entscheiden lassen, wenn eine sichere mikrochemische Analyse über diesen Gegenstand definitiv bestimmen wird. Was die Pia mater betrifft, so wird ihr äusseres Blatt von den ausgehenden Nerven in der Weise durchbohrt, dass ihre Fasern in schön geschwungenen Bogen um dieselben herumgehen. Die zellgewebigen Fasern der inneren Schichten der Pia setzen sich mit den Primitivfasern der Nerven »in das äusserst feine Zellgewebe, welches fast alle inneren Theile des Hirnes und Rückenmarks durchzieht, unmittelbar, wie es scheint, fort».

FR. ARNOLD [8]) schloss sich in Betreff des Verhaltens der Arachnoidea zu den austretenden Nerven im Ganzen der BICHAT'schen Auffassung an (S. die Erste Hälfte dieser Arbeit S. 14). Er lässt diese Membran sowohl am Gehirn als am Rückenmark aus zwei Säcken bestehen, welche indessen in allen Zwischenräumen zwischen den Nerven zusammenhängen. Die Arachnoidea setze sich also nicht weiter auf den austretenden Nerven fort.

Nach GERBER [9]) vereinigen sich die im Hirn und Rückenmark noch getrennten Wurzeln der Primitivfaden, herausgetreten, zu feinen Bündeln, welche von einer Fortsetzung der Gefässhaut oder weichen Hirn- und Rückenmarkshaut (der weichen Nervenscheide) und ausserdem von einer harten Scheide, als Fortsetzung der fibrösen harten Haut, umgeben werden.

Nach REMAK [10]) begleitet eine glasähnliche Substanz, welche aus Zellen besteht, die Stränge aller Wurzeln der Rückenmarksnerven bei Säugethieren und Vögeln vor dem Hindurchtritt durch die Dura mater; sie ist von dem

---

[1]) De corporis humani fabrica. T. IV. 1798.

[2]) Traité des membranes. Paris 1799. — Traité d'Anatomie descriptive. Paris 1802.

[3]) Anatomie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine. Übers. v. PFAFF. Th. I, 1. Leipzig 1802.

[4]) Vom Baue und Leben des Gehirns. Bd I, II. Leipzig 1819—22.

[5]) Répertoire général d'anatomie et de physiologie 1827. T. IV. (Nach ROBIN, Archives générales de Médecine 1854 citirt).

[6]) Neues Handbuch der practischen Anatomie. Bd I. 1835.

[7]) Acta Acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. I. (Bei d. Akad. eingeg. Febr. 1836).

[8]) Annotationes anatomicæ de velamentis cerebri et medullæ spinalis. Turici 1838.

[9]) Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere 1840.

[10]) Archiv f. Anatomie, Physiologie und wissenschaftl. Medicin. Jahrg. 1841.

feinen Neurilem bedeckt. Zuweilen gelingt es, eine Fortsetzung dieser Substanz von den Strängchen der hinteren Nervenwurzeln bis auf die Oberfläche der Spinalganglien zu verfolgen. Wahrscheinlich sei die von REMAK früher beschriebene Epitheliumschicht zwischen Neurilem und Primitivröhren der Nervensträngchen eine Fortsetzung dieser glashellen Substanz, welche aus kernhaltigen Zellen mit und ohne Fortsätze und aus zarten, mit Kernen versehenen, durch Essigsäure sich nicht verändernden Fasern besteht.

Nach KÖLLIKER [1]) erhalten die Wurzeln der Rückenmarksnerven eine zarte Bekleidung von der Pia mater, setzen sich convergirend durch den Subarachnoidalraum fort und durchbohren dann, jede für sich, auch die Arachnoidea und Dura mater, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgiebt. Das von der Pia abstammende und wie diese gebaute Neurilem der Nervenwurzeln bildet sowohl eine äussere Hülle um dieselben wie innere Scheidewände um die einzelnen Nervenbündel.

LUSCHKA [2]) hebt hervor, dass die Arachnoidea cerebralis sich nicht da einfach umschlägt, wo die Nervenwurzeln die Dura mater verlassen; im Gegentheil entsendet sie mit jedem austretenden Gehirnnerven eine scheidenförmige Umhüllung, welche zusammen mit den entsprechenden Scheiden der Dura und Pia mater den Anfang zur Bildung eines Neurilems darstellt. Auch am Rückenmark geht nur ein geringer Theil der Arachnoidea, vorwiegend die oberste Schicht, auf die Innenfläche der Dura über, während die übrige Haut scheidenartige Fortsätze für die Nerven nach aussen hin sendet.

Sobald die Nervenfasern der cerebrospinalen Nerven zu den Wurzeln zusammentreten, werden sie nach SHARPEY [3]) zu Bündeln vereinigt, von denen jedes von einer Scheide des Neurilems bekleidet wird. Diese Bekleidung wird im Allgemeinen als eine Verlängerung der Pia mater betrachtet, und in der That finde man an verschiedenen Nervenwurzeln sehr deutlich ihre Verbindung mit dieser Membran. Die Nervenwurzeln laufen unterhalb der Arachnoidea und durchbohren dieselbe nicht beim Austritt aus der cranio-vertebralen Höhle; denn die viscerale Lamelle der Arachnoidea setzt sich am Nerven fort und umgiebt ihn lose bis zur Austrittsöffnung in der Dura mater, um dann den Nerven zu verlassen, auf die innere Fläche der letzteren Haut zu verlaufen und in die parietale Lamelle der Arachnoidea überzugehen. Die Dura mater begleitet aber durch die Beincanäle die Nerven hindurch und geht in ihre äussere Scheide über; diese Scheide behält aber nicht lange die dichte fibröse Beschaffenheit der Dura.

Nach HYRTL [4]) lässt es sich durch den Scalpell nachweisen, dass jene scheidenartigen Fortsätze der Arachnoidea, welche die Gehirnnerven begleiten, an den betreffenden Austrittslöchern dieser Nerven blind endigen. Die Arachnoidea setze sich demnach auch nicht auf die Innenfläche der Dura fort.

Nach FROMMANN [5]) erhalten die Nervenwurzeln bei ihrem Austritt aus dem Rückenmark von der Pia sowohl eine Hülle, welche sie als Ganzes bekleidet, als Fasern, welche sich zwischen die einzelnen Nervenfasern einschieben und sie von einander sondern. An Querschnitten derselben sieht man von der queren Lage der Pia einen Theil ihrer Fasern sich abzweigen, der sich dem abtretenden Wurzelstamm als äussere Bekleidung anlegt und zahlreiche Reiser nach innen schickt. Ein anderer Theil durchsetzt die Wurzel, selten in gerader Richtung, meist in einem nach aussen convexen Bogen und spaltet sich in mehrere Faserbündelchen, von denen eine grosse Anzahl feiner Aeste sich abzweigen, die nach aussen und innen, namentlich aber nach aussen zwischen den Nervenfasern weiter verlaufen. Der Rest der Fasern löst sich zu einem Netzwerk auf, das quer den Wurzelstamm durchsetzt. Die kleineren der vorderen Wurzelstämmchen lassen in der Regel keine Durchbrechung seitens der Piafasern erkennen. Diese streifen nur vorbei und geben Bündel zur äusseren Hülle, von der Fasern nach innen treten. Die äussere Hülle wird ferner durch Fasern aus der longitudinalen Schicht der Pia verstärkt.

Nach der Darstellung in QUAIN's Anatomie [6]) werden die cerebralen und spinalen Nerven, wenn sie zu ihren Austrittsöffnungen innerhalb der Dura mater treten, lose von tubulären Scheiden der Arachnoidea umgeben, welche längs jedem Nerven vom visceralen zum parietalen Blatt sich erstrecken. Die Pia mater geht dagegen an den Nervenwurzeln, sowohl am Rückenmark als am Gehirn, in das Neurilem über.

---

[1]) Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. Bd II. 1850.

[2]) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855.

[3]) Elements of Anatomy by J. QUAIN. Sixth Edition. Vol. I. London 1856.

[4]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Achte Auflage. Wien 1863.

[5]) Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarks. Jena 1864.

[6]) QUAIN's Anatomy. Seventh edition. Edited by SHARPEY, THOMSON and CLELAND. P. II. London 1866.

In seiner Anatomie des Menschen betont LUSCHKA [1]) wieder, dass alle drei Hirnhäute, Dura, Pia und Arachnoidea, den Anfang zur Bildung des Neurilems der austretenden Nerven darstellen. Von der Arachnoidea schlägt sich nämlich nach ihm nur die oberflächliche, feinfaserige Lage auf die Innenfläche der Dura um.

In unseren ersten Mittheilungen über die Injectionen vom Subduralraum und von den Subarachnoidalräumen aus erwähnten wir [2]), dass wir von diesen beiden Räumen die vom Gehirn und Rückenmark abgehenden, peripherischen Nerven durch die Nervenwurzeln und Ganglien hindurch injicirt erhielten.

Das Verhalten der Rückenmarkshäute zu den Nervenwurzeln schilderten wir zwei Jahre später [3]) folgendermassen: Wenn man die Häute untersucht, findet man, dass sie Umhüllungen und verbindende Balken an den einzelnen Nervenbündeln bilden, welche letztere mehr und mehr vereinigt werden, um endlich die resp. austretenden Nerven zu formiren; diese sind aber vor ihrem Austritt aus dem Canal der Rückenmarkshäute oft auf einer längeren oder kürzeren Strecke durch cribrirte Subarachnoidalhäutchen oder strafferes Balkenwerk der Innenseite der Arachnoidea angeheftet. Am eigentlichen Austritt der Nerven findet man nun, dass die Dura eine Scheide mit jedem Nerven absendet, welche dann denselben röhrenförmig umgiebt. Wenn wir in unserer Beschreibung uns hier nur an den Menschen halten, so finden wir, das Verhalten der vorderen und hinteren Wurzel zu einander beim Austritt betreffend, dass einige Variationen hier vorkommen. Entweder gehen die beiden Nervenwurzeln nahe an einander, aber anfangs getrennt, aus, und jede hat dann in der Nähe ihres Austrittes ihre eigene Duralscheide, bald aber schmelzen diese Scheiden zusammen, obwohl mit Beibehaltung einer Scheidewand zwischen den Wurzeln; oder sie laufen dicht bei einander, wie es scheint in Gesellschaft, aus, von einander aber doch durch eine durale Zwischenwand getrennt; oder auch gehen sie dagegen anfangs wirklich ohne Scheidewand, aber früher oder später entsteht dann eine solche durch Hineinschiebung von der Duralscheide aus. Weiter hinaus, dem Ganglion näher, entstehen immer mehr solche durale Scheidewände zwischen den Nervenbündeln und das Verhältniss wird dann verwickelter. In diesen duralen Scheidewänden tritt in grösserer oder geringerer Menge Fett auf, und oft findet man es in den Nervenwurzeln in sehr grosser Menge, immer aber in den Scheidewänden, welche durch Einschiebung von der Dura aus gebildet sind. Wenden wir uns jetzt zum Verhalten der Arachnoidea und des Subarachnoidalgewebes zu den abgehenden Nerven, so sehen wir, wie die Subarachnoidalinjection um die Bündel in die Nervenwurzeln fortläuft. Die Injectionsmasse umspült die Bündel der Nervenwurzeln, geht mit der motorischen Wurzel am ganzen Ganglion vorbei und folgt mit der sensorischen in das Ganglion selbst hinein, in diesem sich ausbreitend und an einigen Stellen auch durch das ganze Ganglion sich fortsetzend. Wenn man mikroskopisch untersucht, wo hier die Injectionsmasse sich befindet, so sieht man, dass sie in Räumen um und zwischen den Nervenbündeln liegt, nach aussen gegen die Dura von einem oder mehreren der Arachnoidea ganz ähnlichen Häutchen, und im übrigen von einem dem subarachnoidalen ganz ähnlichen, mit Häutchen und Balken versehenen Gewebe begrenzt. Eine Untersuchung an der Austrittsstelle selbst zeigt uns auch, dass die Arachnoidea mit ihrem Subarachnoidalgewebe direct innerhalb der Duralscheide der Nervenwurzel fortgeht; dann folgt sie dem Nerven innerhalb dieser Scheide und der oben genannten duralen Scheidewände bis zum Ganglion hinaus. An der Austrittsstelle bildet indessen die Arachnoidea zahlreiche Verbindungen mit der Dura, und auch längs den Scheiden der Wurzeln ist ein reichliches Verwachsen durch Austausch von Balken in der oben geschilderten Weise vorhanden. Zwischen der Duralscheide und dem äussersten Blatte der Arachnoidalbekleidung, der directen Fortsetzung der Arachnoidea spinalis, geht ein Raum, welcher, wie der Subduralraum des Gehirns und Rückenmarks, gewöhnlich nicht als solcher erscheint, weil die Arachnoidea dicht der Duralscheide anliegt; dieser Raum ist eine directe Fortsetzung des Subduralraumes des Rückenmarks; aber die Verbindungen zwischen der Dura und der Arachnoidea sind, wie oben erwähnt, weit reichlicher in den Nervenwurzeln als im Allgemeinen um das Rückenmark. Wenn man eine subdurale Injcetion macht, so geht die Injectionsmasse auch in den Subduralraum der Nervenwurzeln fort und folgt den duralen Scheidewänden der Nervenbündel bis zu den Ganglien, ja sogar in dieselben hinein und an ihnen vorbei in die peripherischen Nerven hinaus. Wenn man aber eine Doppelinjection macht, so findet man, wenn die Injection gelingt und hinreichend vordringt, die Injectionsflüssigkeiten getrennt, die eine im Subduralraum und die andere in den Scheidenräumen, welche wir als Fortsetzung der Subarachnoidalräume geschildert haben; zwischen beiden läuft die äusserste Arachnoidallamelle.

---

[1]) Die Anatomie des Menschen. Bd III, 2. Tübingen 1867.

[2]) Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd II. N:r 6 und 13. 1870.

[3]) Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd IV. N:r 21 und 25. 1872. (August). — Übers. in Max Schultzes Archiv. Bd IX. 1873.

Roudanovsky hat in seiner Arbeit »über die Structur der Wurzeln der Spinalnerven«[1]) seine Ansichten über den Bau der Nervenfasern dargelegt. Wir werden später bei der Geschichte der peripherischen Nerven näher auf dieselben eingehen. Hier sei nur angeführt, dass nach ihm die Nervenröhren fünf- oder sechseckige Gestalt haben; die Einschnürungen der Schwannschen Scheide sind Kunstprodukte; Kerne existiren nicht in dieser Scheide, sondern in der äusseren Hülle der Primitivröhren. Die queren Streifen, welche an jeder Seite der polygonalen Röhren vorhanden sind, verbinden sich unmittelbar von der einen Röhre zur anderen. Der Axencylinder, an welchem er zuweilen kleine Kerne sah, enthält in seinem Inneren einen Canal, in dem sich eine Flüssigkeit bewegen könne. Verbindende Querfasern kommen zwischen den angrenzenden Axencylindern vor. Die einzelnen Röhren sind von einander durch intertubuläre Räume, welche an gewissen Stellen Erweiterungen besitzen, getrennt.

Anatomische Beschreibung.

Wie bei der Darstellung der Subdural- und Subarachnoidalräume und der dieselben begrenzenden Häute werden wir auch bei der Beschreibung der Verhältnisse der Nervenwurzeln von dem Typus der spinalen Wurzeln des Menschen ausgehen, ohne uns in speciell-topographische Einzelheiten zu vertiefen. Bekanntlich treten die vorderen sowohl als die hinteren Wurzeln als der Länge des Rückenmarks nach angeordnete, von einander gesonderte, dickere oder schmälere, mehr oder weniger cylindrische Stämmchen aus der Rückenmarkoberfläche aus, um sich erst später nach etwas kürzerem oder längerem Verlaufe an einander enger anzuschliessen und die eigentlichen Wurzelstämme zu bilden. Diese aus dem Rückenmarke austretenden Stämmchen, welche, wie gleichfalls bekannt, eine Strecke in die Marksubstanz hinein als Faserbündel zu verfolgen sind, werden eben bei dem Austreten von der Pia mater umfasst; diese Membran entsendet sogar oft in die Marksubstanz mehr oder weniger tief an der Seite der Wurzeln dünne lamelläre oder trichterförmige, gefässhaltige Fortsetzungen (Taf. I Fig. 1, 2). Bei dem Austreten zeigen die Nervenstämmchen fast constant eine ringförmige Einschnürung, worauf sie ihre frühere Breite wieder bekommen oder gewöhnlich noch überschreiten. In diese Einschnürung senkt sich die Pia mit ihren verschiedenen Schichten hinein und umfasst besonders mit den steifen Fasern ihrer Intima das Nervenstämmchen ziemlich enge; an einem Querschnitt des betreffenden Stämmchens in dieser Höhe sieht man die Intimafasern von verschiedenen Seiten herantreten, sich um dasselbe oft etwas schlingenförmig biegen und dann ihren Weg weiter fortsetzen. Am Austritt findet man die grösseren, scheinbar einfachen Wurzeln in grössere oder kleinere Bündel getheilt (Taf. I Fig. 2). Die Pia geht mit ihren Balken, besonders den der Intima piæ, zwischen diesen Bündeln hinein, von welchen dann jedes von den Piabalken umwunden erscheint; von der Pia gehen ferner Scheiden, welche die einzelnen Nervenbündel umgeben, mit zwischen ihnen laufenden, feinen Häutchen nach aussen hin. In anderen Fällen sind die Stämmchen nur in einige wenige derartige Abtheilungen gesondert. In anderen Fällen wieder, besonders bei den schmäleren Stämmchen, geht die Pia anfangs nicht ins Innere derselben (Taf. I Fig. 1); hier ist nur ein Balkenring um das austretende Stämmchen zu sehen. Die Verhältnisse sind also in dieser Beziehung wechselnd. Bei einzelnen Wurzeln sieht man am Längsschnitt ein wenig nach dem Austreten aus dem Marke einen nach aussen hin convexen Bogen, welcher jederseits von der pialen Scheide ausgeht und das Stämmchen durchläuft; dieser Bogen, welcher gewöhnlich etwas ausserhalb der ringförmigen Einschnürung sich befindet, ist zuweilen mehr flach, senkt sich aber auch zuweilen stark nach aussen hin. Bei näherer Untersuchung ergiebt sich, dass er aus feinen Fasern besteht, welche in querer

[1]) De la structure des racines des nerfs spinaux et du tissu nerveux dans les organes centraux de l'homme et de quelques animaux supérieurs. Paris 1875.

Richtung laufen und ein intricates Netz bilden. Die histologische Bedeutung dieses schon von FROMMANN erwähnten Bogens ist schwer mit Sicherheit zu bestimmen. Wie angedeutet wurde, ist er auch gar keine constante Bildung, sondern kommt nur seltener zur Anschauung. Im Allgemeinen schien er uns von der Anordnung der das Stämmchen durchziehenden, pialen Scheidewände seinen Ursprung herzuleiten. Beim schiefen Längsschnitt des Wurzelstämmchens dürften letztere bogenförmig erscheinen. Wenn man einen gelungenen Längsschnitt (Taf. I Fig. 1, 2) durch die aus dem Rückenmarke austretenden Nervenstämmchen erhalten hat, findet man ferner, wie erwähnt, dass von der Einschnürungsstelle die Pia mit jedem Stämmchen eine dünnere Scheide nach aussen absendet; diese Scheide, welche jenes ziemlich fest umgiebt, nimmt keine von den gröberen Fasern der Intima piæ in sich auf, sondern nur spärliche dünnere Fasern; sonst besteht sie aus mehreren feinen Lamellen von Häutchenzellen, welche nach Versilberung schöne Netze polygonaler Felder zeigen; die innerste sehr dünne Zellenlamelle begrenzt die Nervenfasern des Wurzelstammes und bleibt bei den Präparaten an der Oberfläche desselben oft allein zurück. Am Querschnitt der Nervenstämmchen (Taf. I Fig. 4), welcher im Allgemeinen mehr oder weniger rundlich erscheint, sieht man nun von dieser äusseren Scheide dünne Lamellen ins Innere des einzelnen Stämmchens treten, um dieses in mehrere, bald rundliche bald mehr eckige Bündel zu theilen. Sowohl an der Abgangsstelle dieser Scheidewände als bei ihrem Zusammentreffen im Inneren des Stämmchens laufen hie und da Blutgefässe (Taf. I Fig. 4 *b*). Jedes Bündel ist nun aus einer Menge von Nervenfasern zusammengesetzt; diese sind am Querschnitt (Taf. I Fig. 5, 6) rundlicher Gestalt, nicht gegen einander abgeplattet; sie stehen nämlich nicht dicht gedrängt, sondern sind durch ein ziemlich spärliches Gewebe von einander getrennt. Dies Gewebe besteht theils aus sehr dünnen Lamellen von Häutchenzellen, welche hie und da von den eben erwähnten Scheidewänden ausgehen, theils aus zwischen den einzelnen Nervenfasern befindlichen, von spärlichem Protoplasma umgebenen Kernen und längsgehenden Fibrillen. Wenn man nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Färbung (z. B. mit BEALE's Carmin) die Nervenstämmchen mit Nadeln von einander trennt, sieht man dies Gewebe oft, besonders um die gröberen Nervenfasern, obwohl in nicht eigentlich reichlicher Menge hervortreten. Wenn man an solchen Präparaten die einzelnen Nervenfasern durchmustert, findet man, dass sie von verschiedener Breite sind; die meisten sind ziemlich grob; daneben laufen Bündelchen feinerer »varicöser» Fasern (Taf. I Fig. 14) entweder mehr spärlich oder in reichlicherer Zahl. Das Verhältniss der gröberen und feineren Fasern zu einander ist in den verschiedenen Wurzeln und ihren Stämmchen doch ein sehr wechselndes. Bündel feinerer, myelinhaltiger Fasern sind indessen in den hinteren Wurzeln in weit reichlicherer Menge vorhanden als in den vorderen, wo sie nur mehr spärlich vorkommen. Die Zusammensetzung der Nervenfasern ist nun nach unseren Ergebnissen gleich nach dem Austreten aus dem Rückenmark ganz die der Fasern der peripherischen Nerven. Jede Faser, sowohl die gröberen als die feineren ist mit einer Schwannschen Scheide versehen, die in gewissen Abständen Einschnürungen zeigt und ungefähr in der Mitte zwischen je zwei solchen einen an ihrer Innenseite hervorragenden, von einer glänzenden Körnchenzone umgebenen, rundlich-ovalen Kern besitzt (Taf. I Fig. 9—15). Innerhalb dieser Scheide liegt die Myelinscheide, welche an den Einschnürungsstellen Unterbrechungen erfährt und im übrigen die anderen Nervenfasern eigenthümlichen Eigenschaften aufweist. In ihrem Lumen verläuft der Axencylinder, entweder von ihr enger umgeben oder mehr frei. In den Nervenwurzeln scheinen nur selten marklose Fasern vorzukommen; wir trafen solche Fasern nur dann und wann in spärlicher Anzahl in den hinteren Wurzeln. Sie sind von derselben Beschaffenheit wie die der peripherischen Nerven. Da weiterhin bei der Darstellung der extraganglionären peripherischen Nerven eine genauere Beschreibung der Nervenfasern gegeben wird, gehen wir hier nicht näher auf den Bau der betreffenden Fasern ein. Es sei indessen bemerkt, dass wir den Bau dieser Fasern nicht nur beim Menschen, sondern auch bei andern Wirbelthieren (Hund, Kaninchen, Frosch) untersucht und sie immer nach demselben Typus eingerichtet gefunden haben. (S. Taf. I Fig. 13—16). Es wäre nun von Interesse, die Wurzelfasern ins Rückenmark hinein zu verfolgen, um die Entstehung der Schwannschen Scheide und ihre Eigenthümlichkeiten hier zu studiren; da dies uns aber wieder auf die Frage vom interstitiellen Gewebe und der Neuroglia der Centralorgane, worauf wir in dieser Arbeit nicht näher eingehen wollen, führen würde, sind wir davon abgestanden. Die also zusammengesetzten Wurzelstämmchen laufen nun, die Wurzelstämme bildend, durch den Subarachnoidalraum nach aussen hin, wobei sie sich in etwas verschiedener Weise zum Subarachnoidalgewebe verhalten. Da dies aber schon oben in der ersten Hälfte der Arbeit ausführlich beschrieben wurde, verweisen wir auf jene Darstellung. Hier sei nur erwähnt, dass sie mittels der an ihren Scheiden angehefteten Balken und Häutchen mehr oder weniger frei im Subarachnoidalraum schweben, sowie dass in gewissen Gegenden feinere, anastomosirende Nervenzweige von dem einen Stamme zum anderen verlaufen. Indem sie sich der äusseren Wand des spinalen Subarachnoidalraums nähern, treten

sie, die vordere sowohl als die hintere Wurzel, immer dichter zusammen, um dann enge an einander aus diesem Raum auszutreten. Dabei durchbohren sie nicht, wie früher zuweilen angegeben wurde, die Arachnoidea und Dura mater, sondern diese beiden Häute senden mit ihnen Scheiden ab, welche wir die Arachnoidal- und Duralscheiden der Nervenwurzeln genannt haben (Erste Hälfte Taf. I Fig. 10 und 11). Beim Uebergang der Arachnoidea spinalis in die Arachnoidalscheide schlägt sich gewöhnlich ein die Wurzel begleitendes, gefenstertes oder Balkenhäutchen auf die Innenfläche der Arachnoidea über, um in deren inneres durchlöchertes Häutchen überzugehen (Erste Hälfte Taf. I Fig. 10). Ebenso setzen sich die subarachnoidalen Scheiden der Wurzeln nach aussen fort, und von ihnen springen Balkennetze nach der Arachnoidea über. Hierdurch wird aber der Subarachnoidalraum nicht geschlossen, sondern er läuft mit der Wurzel unmittelbar weiter, um in den diese umgebenden Subarachnoidalraum, den Subarachnoidalraum der Nervenwurzeln, überzugehen (s. Erste Hälfte, Taf. I Fig. 10). Auswärts von der Arachnoidalscheide, zwischen ihr und der Duralscheide, befindet sich ein Raum, der Subduralraum der Nervenwurzeln, welcher unmittelbar mit dem Subduralraum des Rückenmarks zusammenhängt, indem, wie wir früher in dieser Arbeit gezeigt haben (Erste Hälfte Taf. I Fig. 10), die Arachnoidea weder vollständig noch mit ihrer Oberflächenschicht auf die Innenfläche der Dura sich überschlägt. Der Subduralraum der Nervenwurzeln ist hie und da durch ziemlich zahlreiche überspringende Balken durchzogen; die Balken befestigen mithin die Arachnoidea an die Dura, so dass sie nur auf einen gewissen Abstand von dieser entfernt werden kann. Im Ganzen findet man hier also, dass die Scheiden der Spinalnervenwurzeln nach demselben Typus angeordnet sind, welchen wir oben beim Opticus geschildert haben.

Die Arachnoidal- und die Duralscheide begleiten nun die Nervenwurzeln weiter nach aussen, um zuletzt, beim Uebergang in die Ganglien und in die peripherischen Nervenstämme, in die Scheidenbildungen derselben überzugehen. Während des Verlaufs nach aussen hin treten nun nach und nach Modificationen in ihrem Bau und ihrer Anordnung ein. Da aber in dieser Hinsicht bei den verschiedenen Nervenwurzeln bedeutende Variationen vorkommen, werden wir besonders den allgemeinen Typus darstellen ohne auf topographische Einzelheiten einzugehen. Die hinteren sowohl als die vorderen Wurzelstämme setzen sich, wie erwähnt, aus mehreren getrennten Stämmchen zusammen, von denen jedes in der oben geschilderten Weise aus mehreren, durch dünne, lamelläre Scheidewände getrennten Bündeln von Nervenfasern besteht (Taf. I Fig. 7). Diese Stämmchen legen sich dicht an einander und bilden so den Wurzelstamm, welcher beim Austreten aus dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks in der Regel wieder eine Einschnürung erfährt (Erste Hälfte Taf. I Fig. 10); um den Wurzelstamm schliesst sich die Arachnoidalscheide. An dem Querschnitt eines solchen Stammes sieht man dünne Scheidewände nach innen zwischen die verschiedenen, nunmehr als Bündel des Wurzelstammes erscheinenden Stämmchen eintreten. Der vordere und der hintere Wurzelstamm verhalten sich hierbei gewöhnlich etwas verschieden. Bei dem vorderen, im Allgemeinen schmäleren Stamm (Taf. I Fig. 7 *v*) liegen die Bündel meistens dichter beisammen, ihre Scheidewände sind dünner und weniger hervortretend. Bei dem hinteren (Fig. 7 *h*) sind die Scheidewände stärker ausgeprägt und die einzelnen Bündel liegen schon früh etwas weiter von einander getrennt. Die Trennung der Bündel nimmt aber nach und nach zu, so dass der ganze Stamm immer mehr in einzelne Stämme zerfällt. An dieser Auflösung des Wurzelstammes in getrennte Stämmchen betheiligt sich die Duralscheide immer mehr. Hier muss aber bemerkt werden, dass die beiden Wurzelstämme sich auch zu einander in verschiedener Weise verhalten, indem sie bei einer Anzahl der spinalen Nerven zusammen in einer und derselben Dural- und Arachnoidalscheide austreten, bei anderen hingegen schon von Anfang an getrennt, sowohl in besonderen Dural- als Arachnoidalscheiden den Häutecanal des Rückenmarks verlassen. Im letzteren Falle setzen sie zwar ihren weiteren Verlauf getrennt fort, doch legen sie sich in der Weise allmählig zusammen, dass eine dickere Scheidewand, in welcher Fett und lockeres Bindegewebe vorhanden sind, sie verbindet. Wenn aber die beiden Wurzelstämme anfangs in gemeinsamen Scheiden verlaufen, entsteht bald durch Einschiessen des Duragewebes eine Scheidewand zwischen ihnen; nunmehr besitzen also die beiden Wurzelstämme je eine besondere Dural- und Arachnoidalscheide; sie werden aber noch von einem gemeinsamen Gewebe, dem epiduralen Gewebe, zusammengehalten. Diese Bildung ist als eine Fortsetzung des das Rückenmark im Beincanal umgebenden, Blutgefässe, Fett und auch Serum reichlich enthaltenden, lockeren, epiduralen Bindegewebes zu betrachten. An den Nervenwurzelstämmen tritt dies Gewebe in ein mehr und mehr inniges Verhältniss zur Duralscheide, indem es sich mit ihren äusseren Schichten so vermischt, dass eine bestimmte Grenze bei mikroskopischer Untersuchung nicht scharf hervortritt. Aber auch die innere Begrenzung der Duralscheide wird unbestimmter, indem die von der Dura zur Arachnoidea übergehenden Balken sehr an Zahl zunehmen

und die Verbindung sowohl durch diese als durch mehr lamelläre Anhaftungen auf mehr oder weniger weiten Strecken so innig wird, dass beide Membranen nur künstlich von einander getrennt werden können. An diesen, den Subduralraum unterbrechenden Anhaftungsstellen verlaufen im Gewebe gewöhnlich Blutgefässe. Die Dura sendet auch mehr und mehr Scheidewände zwischen die einzelnen Bündel hinein; zwischen jenen und den Bündeln liegt immer Arachnoidalgewebe. In den Scheidewänden tritt gewöhnlich immer mehr Fettgewebe auf. Je weiter sich nun der hintere Nervenwurzelstamm nach aussen zieht, um so mehr theilt er sich, wie schon angedeutet wurde, in verschiedene, schmälere oder dickere Stämmchen, welche, jedes von seiner Arachnoidal-Duralscheide umfasst, von einander durch ein ziemlich reichliches oft stark fetthaltiges lockeres Bindegewebe getrennt sind (Taf. I Fig. 8 *h*). Beim Uebergang ins Ganglion ist deswegen der hintere Stamm oft aus einer Anzahl kleinerer Stämmchen zusammengesetzt, welche dann, jedes für sich, ins Ganglion eintreten. Die vordere, motorische Wurzel (Fig. 8 *v*) geht aber in der Regel als ein einziger, nur in die erwähnten Bündel getrennter Stamm, dem Ganglion vorbei, weiter nach der Peripherie hin.

Die Arachnoidalscheide und ihre ins Innere der hinteren Stämmchen zwischen die Bündel hineinziehenden Scheidewände werden, wie erwähnt wurde, je weiter nach aussen, immer kräftiger gebaut, indem mehr fibrilläre Balken in ihnen vorkommen. In dem aus der Dura und der Arachnoidea in dieser Weise von Balken und Membranen gebildeten, die Nerven umscheidenden Gewebe tritt aber noch eine Bildung auf, welche von besonderem Interesse ist. In der Nähe des Ganglion findet man an Querschnitten besonders nach vorgenommener Färbung eine sehr grosse Menge von rundlich-ovalen Kernen, die mehr oder weniger dicht beisammen liegen. Bei näherer Untersuchung sieht man nun um diese Kerne ein körniges Protoplasma, welches eine eigenthümliche Anordnung zeigt. Dies Gewebe scheint die Zwischenräume zwischen den Balken und Membranen auszufüllen. Besonders nach Injection von Ueberosmiumsäure, sieht man es verschieden gestaltete, faden- oder öfter häutchenartige Ausläufer nach mehreren Richtungen hin aussenden; diese Ausläufer verbinden sich in mancherlei Weise mit einander, so dass hierdurch ein dichtes, die Kerne enthaltendes, protoplasmatisches, schwammiges Gewebe entsteht, in dessen Maschen kleine Räume und Gänge von wechselnder Form erscheinen. Dies Zellengewebe ist in verschiedenen Wurzelstämmen von variirender Mächtigkeit. Nach dem Ganglion hin wird es in der Regel immer reichlicher, um, wie in der folgenden Abtheilung gezeigt werden soll, in das interstitielle Gewebe des Ganglion überzugehen. Man kann es deswegen in dieser Hinsicht als ein vorbereitendes oder »präparatorisches» Gewebe auffassen. Aber auch für die Bindegewebslehre bietet es ein besonderes Interesse; es reiht sich in mehrfacher Beziehung dem interstitiellen Gewebe des Opticus an (S. die Erste Hälfte S. 202—204). Auf die Frage vom Uebergange der Wurzelstämmchen und ihrer Scheidenbildungen in die entsprechenden Theile der Ganglien werden wir in der folgenden Abtheilung etwas näher eingehen.

Wir haben nun unserer Injectionsversuche bei den spinalen Nervenwurzeln zu gedenken. In unseren früheren Arbeiten zeigten wir, wie aus der geschichtlichen Uebersicht hervorgeht, dass aus dem Subduralraum des Hirns und Rückenmarks eine Flüssigkeit zwischen der Duralscheide und der Arachnoidalscheide zum Ganglion mit grosser Leichtigkeit hervordringt, sowie dass vom bezüglichen Subarachnoidalraum eine Flüssigkeit innerhalb der Arachnoidalscheide und zwischen den Bündeln auch bis zum Ganglion läuft, worauf dann beide ins Ganglion selbst eindringen. Bei gleichzeitiger Injection von beiden Räumen aus laufen die verschiedenen Flüssigkeiten eine Strecke weit auf getrennten Bahnen; gegen die Nähe des Ganglion hin, wo die Dural- und die Arachnoidalscheide immer mehr in Verbindung mit einander treten, laufen auch gewöhnlich die Flüssigkeitsbahnen hie und da zusammen, so dass die Injectionen sich mit einander mehr oder weniger vermischen können, um im Inneren des Ganglion noch mehr zusammenzutreten. Im Allgemeinen bleibt wohl die subdurale Flüssigkeit an der Duralscheide. Sie verläuft auch gewöhnlich zwischen den einzelnen Lamellen derselben; hie und da dringt sie indessen ebenfalls zwischen die Lamellen der Arachnoidea hinein, um auf diese Weise ins Innere des Wurzelstämmchens zu gelangen. Bei Subarachnoidalinjection läuft auch nach aussen hin die injicirte Flüssigkeit leicht aus; sie fliesst dann, besonders wenn die Asphalt-Chloroformmasse angewandt wird, von den Zwischenräumen der Lamellen der eigentlichen Dura in das die Wurzel äusserlich umgebende, lockere Gewebe ein und breitet sich dort zwischen dessen in verschiedenen Richtungen gehenden Lamellen und Balken und seinem Fettgewebe in mancherlei Weise aus. Nie sieht man sie aber dabei in abführende Lymphstämme übergehen. In der Arachnoidalscheide geht die Flüssigkeit auch zwischen den einzelnen Lamellen fort, um von diesen ins Innere der Stämmchen einzutreten. Von diesen Lamellen der Arachnoidalscheide und vom Inneren der Wurzelstämmchen dringt auch die Flüssigkeit leicht hie und da in den Subduralraum und zwischen die Duralamellen sowie auch weiter in die Bahnen des eben erwähnten, die Wurzel umgebenden

Gewebes aus. Dies hindert indess nicht, dass in einzelnen Fällen die beiden verschiedenen Injectionen auch getrennt, jede in ihren besonderen Gebieten, verlaufen. Sie folgt ferner den ins Innere der Stämmchen zwischen die Faserbündel eindringenden Scheidewänden, indem sie zwischen den Lamellen derselben verläuft, nicht selten hie und da ins Innere der Bündel selbst hineinfliesst und zwischen den einzelnen Nervenfasern sich ausbreitet, so dass jede dieser Fasern in der Flüssigkeit schwimmt. Wenn man eine Stichinjection in die Wurzel nach dem Rückenmarke hin ausführt, läuft die Flüssigkeit zwischen den einzelnen Nervenfasern eine Strecke weit ins Mark hinein. Längs der motorischen Wurzel fliessen von den subduralen und den subarachnoidalen Räumen aus die Flüssigkeiten auch eine Strecke getrennt fort, um sich hier ebenfalls mehr und mehr zu vermischen. Die beiden an den Centralorganen getrennten Räume treten also, wie wir schon früher hervorgehoben haben, in den peripherischen Bahnen in Verbindung mit einander.

Nachdem wir nun den allgemeinen Typus im Bau der spinalen Nervenwurzeln geschildert haben, erübrigt noch die Frage, ob die cerebralen sich in derselben Weise verhalten (Taf. I Fig. 3). Aus ihrer verschiedenen Anordnung und Beschaffenheit ergiebt sich als ziemlich wahrscheinlich, dass sie auch in dieser Hinsicht verschieden seien. Das erste und besonders das zweite cerebrale Nervenpaar, Olfactorius und Opticus, haben wir schon in der Ersten Hälfte dieser Arbeit in eingehender Weise betrachtet. Beim Opticus sahen wir sehr ähnliche Verhältnisse, obwohl die Scheidenbildungen dort viel reiner entwickelt sind und mancherlei andere Verschiedenheiten, die von ihrem eigenthümlichen Bau herrühren, entgegen treten. Vom Trigeminus haben wir auch hervorgehoben, dass eine besondere Duralscheide und eine Arachnoidalscheide an seiner Wurzel nach dem Ganglion Gasseri hin sehr leicht zu verfolgen ist, sowie dass die vom Subduralraum und von den Subarachnoidalräumen der Centralorgane her injicirten Flüssigkeiten getrennt in den subduralen und subarachnoidalen Scheidenräumen der Trigeminuswurzel verlaufen. Bei letzterer Injection schwimmen die vielen diese Wurzel zusammensetzenden kleinen Stämmchen geradezu in der injicirten Flüssigkeit. Beim Austritt aus der Gehirnsubstanz bekommt jedes Stämmchen eine dünne piale Hülle, welche dasselbe nicht in die Substanz hinein begleitet. Es findet sich hier kein Balkenring; dagegen sieht man oft im Winkel zwischen zwei austretenden Stämmchen ein Blutgefäss, von welchem hie und da ein Zweig sich in die Hirnsubstanz einsenkt. Die die Stämmchen zusammensetzenden Nervenfasern sind nach unseren Untersuchungen ganz nach dem oben geschilderten Typus der spinalen Wurzelfasern gebaut; man findet also an ihnen ausser dem Axencylinder und der Myelinscheide eine Schwannsche Scheide mit Einschnürungen und mit an der Innenseite liegenden, von einer Körnchenzone umgebenen Kernen (Taf. I Fig. 19—21). Die Nervenfasern sind von verschiedener Dicke; es finden sich nämlich auch hier sowohl breite, wie eine Menge feinerer, deren Myelinscheide in wechselnder Gestalt Varicositäten zeigt.

Vom Acusticus haben wir gleichfalls in der Ersten Hälfte angeführt, dass er bis zur Lamina cribrosa von einer Arachnoidalscheide umgeben wird, welche die subdurale und die subarachnoidale Injection von einander absperrt. Auch hier wird jedes Stämmchen von einer dünnen pialen Bekleidung umfasst; die Trennung in einzelne Stämmchen erfolgt aber nicht gleich nach dem Austritt des Nerven aus der Hirnsubstanz, sondern eine Strecke weiterhin. Ein Balkenring war an der Austrittstelle nicht zu sehen. Die die Stämmchen bildenden Nervenfasern sind ganz wie diejenigen der spinalen Wurzeln gebaut (Taf. I Fig. 23—24). Ausserhalb des Axencylinders und der Myelinscheide findet sich die Schwannsche Scheide mit ihren Einschnürungen und Kernen. Hier waren nur mehr spärliche feinere markhaltige Fasern wahrzunehmen.

Von den übrigen cerebralen Nervenwurzeln untersuchten wir den Facialis, Oculomotorius (Taf. I Fig. 3) und Abducens. Die beiden letzteren stimmen im Ganzen mit dem Trigeminus überein. Auch bei ihnen treten die Stämmchen getrennt aus der Hirnsubstanz und jedes von ihnen wird dabei von einer dünnen pialen Hülle umgeben, welche keine gröberen Fasern trägt und nicht in die Hirnsubstanz eindringt; hie und da senken sich aber Zweige von Blutgefässen hinein, welche im Winkel zwischen den austretenden Nervenstämmchen verlaufen. Beim Facialis war aber am Austritt aus der Hirnsubstanz keine solche bestimmte Eintheilung in Stämmchen zu sehen; sein Stamm verläuft eine weite Strecke ohne sich in solche zu zertheilen. Bei den übrigen cerebralen Nervenwurzeln scheint der eben beschriebene Typus mehr oder weniger ausgeprägt zu sein, nur dass die Trennung resp. Eintheilung in besondere Stämmchen und Bündel bald früher bald später erfolgt. Beim Austritt aus der Cerebralhöhle bekommen sie eine durale und eine arachnoidale Scheide, welche bald in die unten zu beschreibenden Nervenhüllen übergeht. Sowohl vom Subduralraum als von den Subarachnoidalräumen läuft auch hier die injicirte Flüssigkeit nach der Peripherie hin aus. Die einzelnen Nervenfasern sind wie die der spinalen Wurzeln gebaut; die des Vagus sind überwiegend feinere markhaltige Fasern.

Der Bau der cerebrospinalen Ganglien.

Geschichtliches.

Bei den Schriftstellern des Alterthums werden die Ganglien nie, wenigstens nicht deutlich, erwähnt. Bei FALOPPIA [1]) kommt die erste bestimmtere Angabe über solche Bildungen vor. WILLIS [2]) nennt ganglienförmige Plexus, welche er für Divertikel hält, in denen die Lebensgeister so lange verweilen, bis alle sich derart geordnet haben, dass jeder seinen Weg erwählen kann. VIEUSSENS [3]) glaubte, dass in den von der Dura und Pia mater umhüllten Ganglien die Lebensgeister durch die dahin geleiteten Blutgefässchen, nachdem sie etwa unwirksam gemacht, wieder hergestellt würden. LANCISI [4]) verglich die Ganglien dem Herzen und nannte sie »moderatores rectoresque motus spirituum animalium»; sie sollten nämlich nach ihm durch ihren Druck die Bewegung des Blutes und besonders der Nervenflüssigkeit unterstützen; ferner sind die Ganglien seiner Ansicht nach von drei Membranen umhüllt, welche, durch hinzutretende Fasern verstärkt, ihren Ursprung von den Häuten des Gehirns nehmen. Die äusserste oder M. vaginalis, umgiebt das Ganglion mehr lose, wie das Pericardium, und ist an der Innenseite von einer Flüssigkeit benetzt; die mittlere liegt dichter an, die innerste aber noch dichter und an ihr befestigen sich Muskelfasern, welche den Kern oder das Innere des Ganglion bilden. Nach WINSLOW [5]) bestehen die Ganglien aus einer Cortical- und einer Medullarsubstanz; er fasste dieselben als eben so viele kleine Gehirne auf. Nach MECKEL [6]) dienen sie besonders zur Theilung der Nervchen und zur Vertheilung der Nervenzweige auf ihre betreffenden Partien. HAASE [7]) fand an den Ganglien zwei Hüllen, eine »Tunica cellulosa laxa» und eine »Tunica cellulosa densa», welche letztere nicht, wie mehrere Anatomen angaben, von der Dura mater ihren Ursprung erhalte, sondern mit der zellgewebigen Hülle der Nerven zusammenfalle; im Innern oder im Kern der Ganglien bilden »die kleinsten Nerven» (Nervi minimi) durch Vereinigung und Zusammenwebung ein Netz, in dessen Maschen Zellgewebe mit Blutgefässen vorhanden ist. Die Nerven treten hier nach verschiedenen Richtungen aus einander. Auch PFEFFINGER [8]) sah in den Ganglien ein unentwirrbares Geflecht von zahlreichen feinen Fasern, aus welchem die Nervenzweige ihren Ursprung nehmen; die Fasern sind in ein Zellgewebe eingehüllt.

BICHAT [9]) erklärte betreffs der »Knoten längs der Wirbelsäule», dass er diese Organe nicht recht zu classificiren wüsste. Man kann nicht läugnen, sagt er, dass sie die grösste Analogie in ihrer Structur mit den Knoten des organischen Nervensystems haben.

Bei seinen Quecksilberinjectionen in die Nerven erhielt BOGROS [10]) auch Füllung der Spinalganglien. Der canalförmige Bau der Nerven erstreckt sich nach ihm bis in die Ganglien. Hier geht aber das Quecksilber in die Venen über. Bei Injection von den spinalen Nervenwurzeln aus läuft das Quecksilber auch in die Venen der Ganglien hinein.

[1]) Epistola ad Morgagnium de gangliis nervorum.
[2]) Opera. T. I. 1695.
[3]) Neurographia. Lib. 3. Lugd. 1684.
[4]) Epistola ad Morgagnium de gangliis nervorum.
[5]) Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1732.
[6]) Memoires de Berlin. 1—6 meistens nach HAASE, De gangliis nervorum, angeführt.
[7]) De gangliis nervorum. Lipsiæ 1772. — Script. neurolog. min. select. Ed. C. F. Ludwig. T. I. Lipsiæ 1791.
[8]) De structura nervorum. 1782. — Script. neurolog. min. select. T. I. Ed. C. F. Ludwig. Lipsiæ 1791.
[9]) Anatomie générale. Übers. von PFAFF. Theil I. Leipzig 1802.
[10]) Répertoire général d'anatomie et de physiologie. 1827. T. IV. (Nach ROBIN, Archives générales de Médecine 1854 angeführt).

In den Ganglien der Rückenmarksnerven sah EHRENBERG [1]) bei Vögeln nur Röhrennerven, ausserdem aber »sehr grosse fast kugelförmige (etwa $^{1}/_{48}$ Linie dicke), die eigentliche Anschwellung bildende, unregelmässige Körper, die mehr einer Drüsensubstanz ähnlich sind». Es ist dies die erste uns bekannte Angabe über Ganglienzellen in der Literatur. An anderen Stellen nennt er dieselben »Keulenkörper» und bildet sie als solche (also unipolar) ab.

LAUTH [2]) sah in Spinalganglien sowohl cylindrische als variköse Röhren; zwischen ihnen fand er »grosse, rundliche, elliptische oder unregelmässige Massen von einer graulichen Substanz, deren Grenzen aber immer scharf sind. Diese Substanz hat ein körniges Aussehen; sie scheint aus einer Ansammlung sehr feiner Kügelchen gebildet zu sein».

VALENTIN [3]) bespricht die Ganglien genauer. Der Urtypus der Ganglienformation ist nach ihm folgender: »Ein oder mehrere Faserbündel, welche in den Knoten eintreten, bilden innerhalb desselben nach der Natur und der Grösse des Ganglions mehr oder minder verwickelte Plexus. Ausserdem aber umspinnen einzelne Primitivfasern oder isolirte Bündel sehr weniger Fasern von allen Seiten die eigenthümlichen Ganglienkugeln (»Kugeln der Belegungsmassen oder der Belegungsformation»), welche eine äussere, mehr oder minder feine, zellgewebige Hülle, einen nucleus und in der Circumferenz desselben einen zweiten kleineren nucleus enthalten, oft aber auch Pigmentdeposita auf sich haben. Das ganze Ganglion wird wie die grösseren Nervenstämme von einer oder mehreren Schichten von Zellgewebe eingehüllt». Die Kugeln der Belegungsformation sind bald rund oder rundlich, bald länglich, bald an einer Seite abgerundet, an der anderen in einen schwanzförmigen Anhang auslaufend. Immer bestehen sie aus einem granulösen Parenchyme, dessen grauröthliche, sehr kleine Körnchen von einem halbweichen, zähen, durchsichtigen, zellgewebeartigen Bindungstoffe durchzogen werden. In der Mitte desselben liegt der nucleus, welcher den kleineren nucleus an seiner Oberfläche enthält. Die Kugeln geben vornehmlich zu den Anschwellungen in den Wurzeln mehrerer animalen Nerven, sowie aller sympathischen Knoten Anlass. Die Kugeln und die Primitivfasern gehen nirgends in einander über, sondern befinden sich nur in dem gegenseitigen Verhältniss der Juxtaposition.

PURKINJE beschrieb die Charaktere der gangliösen Körperchen der Nervenganglien folgendermassen [4]): Sie besitzen eine kornförmige, theils kuglige, theils rundlich eckige Gestalt, mit oder ohne Fortsätze; die Substanz ist härtlich, durchscheinend, besteht aus freier, wahrscheinlich nervöser Punktmasse. Sie enthalten einen runden, in eine Hülle eingeschlossenen Kern, dessen Grösse zu der des ganzen Körperchens im Verhältnisse steht. Sie haben eigene zellige oder gar fasrige Hüllen. Ueber den Zusammenhang mit Nervenfäden konnte nichts Bestimmtes ausgemittelt werden.

A. W. VOLKMANN [5]) gab eine Beschreibung vom Bau der Ganglien, sowohl der Rückenmarksnerven, als des Sympathicus, beim Frosche. Sie bestehen nach ihm aus Kugeln, Fasern und Zellgewebe. Die Kugeln sind sehr regelmässig geformt, fast ganz rund, selten etwas oval. Gewöhnlich bemerkt man am Rande derselben keine doppelte Contour, in welchem Bezuge sie für solid gelten könnten. Zwei Mal sah er jedoch Kugeln, welche ihn überzeugten, dass sie aus einer Schale und einem mehr oder weniger flüssigen Inhalt bestehen. Er sah nämlich eine Hülse, deren Inhalt entleert war. Bei stärkerer Vergrösserung erkannte er, dass die Kugeln einen flockigen Stoff, vielleicht gar kleinere Kügelchen enthalten. »Nur ein einziges Mal», bemerkt er, »sah ich eine Kugel, welche scheinbar gestielt war, oft sah ich frei liegende, vollkommen runde, so dass die letzte Form bestimmt als die normale zu betrachten ist». An einigen Kugeln beim Frosch sah er einen Farbstoff. Ausser den beschriebenen Kügelchen kommen noch viel kleinere vor, welche eine minder regelmässige Gestalt haben. Die Fasern haben in beiden Arten von Ganglien folgende Verhältnisse gemein: Sie bilden beim Durchtritt durch die Ganglien Bündel; sie scheinen ihr Neurilem nicht zu verlieren. Gegliederte Fasern sah er in denselben nie, ebensowenig wie Anastomosen und Verästelungen. Die Fasern endigen nie in den Kugeln; sie treten auch nicht durch dieselben hindurch, sondern sie ziehen sich zwischen denselben hin. Die Verbindung zwischen Fasern und Kugeln ist keine sehr innige, und es scheint zweifelhaft, ob letztere zum Nervengewebe gerechnet werden dürfen oder nicht. In den Spinalganglien waren die Fasern dem Anschein nach stärker und lagen dichter bei einander als in den sympathischen Ganglien. Endlich kommt auch ein lockeres Zellgewebe vor, welches die Kugeln unter einander verbindet, und die Zwischenräume zwischen ihnen ausfüllt. Man erkennt dies Gewebe als einen halb häutigen, halb flockigen Stoff in den Zwischenräumen der Kugeln.

[1]) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Bd 28, 1833, sowie in der »Beobachtung einer auffallenden bisher unbekannten Structur des Seelenorgans bei Menschen und Thieren. Berlin 1836.

[2]) L'Institut. T. II. 1834 (août).

[3]) Acta Acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. I (bei d. Akad. eingeg. Febr. 1836).

[4]) Amtl. Bericht über die Versamml. der Gesellsch. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Prag 1837. Prag 1838.

[5]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1838.

Remak [1]), hält im Allgemeinen Valentin's Beschreibung der Ganglienkugeln für der Wirklichkeit entsprechend. In einer Beziehung weicht er aber von ihm ab, indem er die organischen Nervenfasern eben von den Ganglienkugeln abgehen lässt; von der Substanz derselben laufen nämlich nach ihm theils Bündel von verschiedener Dicke und bedeutender Durchsichtigkeit aus, welche den Primitivfäden (Axencylindern) nicht unähnlich sind, dadurch aber von ihnen sich unterscheiden, dass sie deutlich aus sehr feinen, nicht röhrenförmigen, Fibrillen, in welche sie leicht zerfallen, zusammengesetzt erscheinen, und dass sie bald in ihrem Verlaufe ähnliche Knötchen und gekernte Körperchen zeigen wie die organischen Fasern, in welche sie übergehen; theils gehen von mehreren Stellen der Ganglienkugeln sehr feine Fasern aus, welche oft schon bei ihrem Ursprung mit Knötchen versehen sind und in organischen Fasern sich fortsetzen. Die spinalen Ganglien scheinen zum organischen Nervensystem zu gehören. Die röhrigen Nervenfasern gehen dagegen in den Ganglien zwischen den Kugeln, ohne zu ihnen in einem näheren Verhältnisse zu stehen, einfach hindurch; sie sind nur durchgehende und umspinnende Fasern. Bei jüngeren Thieren sah er oft zwei Ganglienkugeln durch eine Commissur verbunden.

An den Ganglienkugeln sah Schwann [2]) eine deutliche Zellenmembran; sie sind körnig und enthalten in sich excentrisch ein rundes Bläschen, in dem sich ein oder zwei kleine dunkle Punkte zeigen.

Valentin [3]) meinte, dass die Scheide an den Ganglienkugeln mit den von Remak beschriebenen organischen Fasern, welche mit den Ganglienkugeln selbst in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, identisch sei, und dass die Knötchen für diese Scheidengebilde nichts weniger als charakteristisch sind, da sie zu denjenigen Epithelialformationen gehören, welche er horizontal fadig aufgereihte genannt hat. Die Scheiden, welche die Ganglienkugeln rings umgeben, bestehen aus vielen übereinander gelagerten Lamellen von Fasern; auf ihrer äussersten Oberfläche besitzen sie eine dünne Schicht runder körniger Pflasterkugeln. Unter diesen befindet sich eine Lage von Zellenfasern, deren Kerne länglich sind. Den Hauptbestandtheil der Scheiden bilden concentrische Lagen von sehr feinen cylindrischen Fäden. Die Scheiden senden nun nach den Seiten, wo der Knoten in den Nervenstamm übergeht, Fortsetzungen aus. Diese Processus vaginarum liegen da, wo in dem Nervenstrange Primitivfaserbündel enthalten sind, zwischen diesen; wo aber einzelne Primitivfasern verlaufen, wird jede derselben von einer Scheide umhüllt, welche mit den Ganglienkugelscheiden zusammenhängt. Die Scheidenfortsätze verdienen mithin nicht den Namen organischer Fasern. Zwei oder mehrere Ganglienkugeln können durch Commissuren mit einander verbunden sein; wahrscheinlich findet hier eine Trennung von der Mutterkugel statt.

Henle [4]) beschrieb an den Ganglienkugeln, in welchen er zuweilen zwei Kerne (Bläschen) sah, breite allmählig zugespitzte Fortsätze wie Stacheln, die hie und da wie abgerissen erschienen, nicht aber mit Fragmenten der kernhaltigen Fasern zu verwechseln wären; öfters sah er zwei Kugeln durch Commissurenfasern verbunden. Die Kugeln liegen in eine besondere, kernführende Hülle eingeschlossen.

Helmholtz [5]) glaubte mit Bestimmtheit angeben zu können, dass bei wirbellosen Thieren die Fortsetzungen der Ganglienkugeln direkt in die Nervenfasern übergehen.

Die Zellen der Ganglien besitzen nach Hannover [6]) eine Membran, welche aus kleinen (vielleicht sechseckigen) Tafeln zusammengesetzt zu sein scheint. Die Membran erkennt man am besten, wenn ein Stück davon losgerissen ist. Auf der Innenfläche dieser Membran sitzen ein oder mehrere, etwas ovale, gut begrenzte Kerne, deren Contour und Substanz dunkler ist als die Kerne der Hirnzellen. Bei Säugethieren findet sich im Kern selten mehr als ein Kernkörperchen; bei Fischen sind öfter zwei bis drei vorhanden; in grösseren Kernkörperchen sieht man in der Mitte einen dunklen Punkt. Die Gestalt der Ganglienzellen ist gewöhnlich rund oder oval; nur selten findet man schwanzförmige Ausläufer an ihnen. Von den Zellen gehen vegetative Nervenfasern, oft zu mehreren, aus.

Kölliker [7]) fand in den Spinalganglien des Frosches, neben fortsatzlosen Ganglienkugeln, eine Menge anderer, die einen Fortsatz aussenden, welcher in grösserer oder geringerer Entfernung von der Kugel ziemlich plötzlich dunkle Contouren bekömmt und zu einer feinen Nervenfaser wird.

---

[1]) Froriep's Notizen 1837, und besonders: Observationes anatomicæ und microscopicæ de systematis nervosi structura. Berolini 1838.

[2]) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1839.

[4]) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

[5]) De fabrica system. nerv. evertebr. D. inaug. Berol. 1842.

[6]) Mikroskopiske Undersögelser af Nervesystemet. Kjöbenhavn 1842.

[7]) Die Selbständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Beobachtungen bewiesen. Zürich 1844.

An den Ganglienkugeln der Lobi electrici des Zitterrochens fand Harless [1]) einen Zusammenhang der Nervenfasern mit dem Kern; wenn, wie es zuweilen vorkam, zwei Kerne vorhanden waren, sah er von beiden helle Fasern ausgehen, die sich noch vor ihrem Austritt aus der Ganglienkugel zu einer Faser vereinigten; ebenso sah er nicht selten von einem Kern nach zwei Richtungen hin Fasern ausgehen.

Nach Bendz [2]) ist die Gestalt der Zellen der (spinalen) Ganglien sehr wechselnd, im Allgemeinen rundlich, oft mehr oder weniger länglich, nicht selten mit schmalen zugespitzten Verlängerungen versehen, welche sich bisweilen in eine Faser fortsetzen, die die Fortsetzung einer Nervenfaser zu sein scheint. Die Ganglienzellen besitzen eine eigene bindegewebartige Bekleidung, in welcher mehr oder weniger Kerne vorhanden sind.

Robin [3]) unterschied in den Spinalganglien der Rochen zwei verschiedene Arten von Ganglienkugeln, nämlich grosse sphärische, welche mit breiten Nervenröhren in directer Verbindung stehen, und kleine eiförmig-längliche, die den schmalen Nervenfasern entsprechen. An den grossen fände man, von aussen her gerechnet, eine Doppellinie, welche die Dicke der Hülle zeigt, ferner eine Schicht von hyalinen, hellen, durchsichtigen, kernlosen, ganz runden, nicht zusammengedrängten Zellen, welche der Innenfläche der eben erwähnten Hülle anhaften, endlich weiter nach innen eine feinkörnige Masse, und in deren Mitte, oder auch der Peripherie derselben näher, eine sphärische oder ovale, durchsichtige, einen, zwei oder drei Kerne enthaltende Zelle. Mit der »Cavität» jeder Kugel stehen an zwei einander entgegengesetzten und abgeplatteten Polen derselben zwei breite, doppeltcontourirte Nervenröhren in Verbindung. Die Hülle der Kugel besteht aus Bindegewebsfasern, die der Axe der Kugel parallel sind. Dies Neurilem setzt sich an den abgehenden Röhren fort. Die kleinen eiförmigen Ganglienkugeln besitzen eine sehr feine, amorphe, durchsichtige Membran, eine Schicht von sphärischen, hellen, durchsichtigen, kernführenden Zellen, welche die Innenfläche der erwähnten Membran bekleiden; innerhalb derselben findet sich die Substanz der Kugeln, in deren Mitte eine sphärische oder ovale, mit einem oder zwei Kernen versehene Zelle vorhanden ist. Von den beiden Enden dieser Ganglienkugeln geht je eine schmale, oft mit kleinen Kernen versehene Nervenröhre aus. Diese Kugeln besitzen kein besonderes Neurilem. Entsprechende Verhältnisse kommen auch bei anderen Wirbelthieren vor.

Durch seine Untersuchungen über den feineren Bau der spinalen Ganglien bei dem Zitterrochen kam Rudolph Wagner [4]) zu folgenden Resultaten: »In den oben erwähnten Ganglien scheint jede aus den Centraltheilen kommende Fibrille in eine Ganglienzelle überzugehen, so wie von dieser wieder eine nach der Peripherie abgegeben wird». »Eine Multiplikation der Fasern in diesen Ganglien ist somit unwahrscheinlich». »Ein Unterschied zwischen feinen und breiten Fasern ist in den Ganglien nicht streng durchzuführen». »Ueberall, wo diese Bildungen beobachtet wurden, hat man es mit sensiblen Fasern zu thun». »Die Analogie wichtiger Structurverhältnisse in der Klasse der Wirbelthiere ist so gross, dass das, was hier an Fischen beobachtet wurde, wohl auf alle Vertebraten mit Einschluss des Menschen anwendbar ist. Ja bereits habe ich beim Frosch ganz gleiche Verhältnisse beobachtet». Die von Robin aufgestellten zwei Hauptklassen von Ganglienkugeln, entsprechend den beiden Faserklassen, war Wagner nicht geneigt anzunehmen. Dass die Primitivfasern von den Kernen der Ganglienzellen, wie Harless meint, entspringen, hatte er auch nie gesehen. In seinem Handwörterbuch der Physiologie [5]) stellt Wagner ungefähr dieselben Ansichten auf. An der Innenfläche der Zellenwand vieler Ganglienzellen erwähnt er ausserdem u. A. »helle, kreisrunde Zellchen mit einem centralen Kern in einem jeden»; »diese Zellen haben das Eigenthümliche, dass sie nicht, wie die Epithelialzellen, ganz aneinanderstossen und durch ihre Berührung eckig werden, auch dass sie nur eine ganz einfache Schicht zu bilden scheinen». Er scheint hier die Robin'sche Eintheilung der Ganglienkugeln in kleine und grosse nicht mehr zu verwerfen.

Bidder [6]), welcher zusammen mit Reichert die Wurzelganglien des Trigeminus und Vagus sowie die Spinalganglien des Hechtes und einiger anderer Fische untersuchte, beschreibt die Ganglienkörper als scheibenförmig und als aus zwei Bestandtheilen gebildet, nämlich dem runden, mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen, mehr cen-

[1]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1846.

[2]) Haandbog i den almindelige Anatomie, med særligt Hensyn til Mennesket og Huusdyrene. Kjöbenhavn 1846—47.

[3]) Procès-verbaux de la Société philomatique de Paris, Séance du 13 février 1847.

[4]) Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Supplement zu den Icones physiologicæ. Leipzig 1847.

[5]) Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd III. Abth. 1. Braunschweig 1846 ff.

[6]) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847.

tralen (nicht wandständigen) Kerne und der mehr oder weniger fein granulirten, zähen Umhüllungsmasse, an welcher letzteren mitunter zwei Partien sich unterscheiden lassen, eine äussere, feine Körnchen, öfters auch Pigmentkörnchen enthaltende und eine innere körnchenlose, die dem Kern zunächst liegt. An den freien Ganglienkörpern lässt sich durch kein Mittel die Anwesenheit einer Membran nachweisen; es ist aber möglich, dass sie in ihrer normalen Lage innerhalb der Nervenscheide von einer eigenen Membran umgeben sei. Die Ganglienkörper liegen nämlich im Verlaufe der Nervenfaser, in dem flüssigen Nerveninhalte eingebettet, innerhalb einer entsprechenden Erweiterung der primitiven Nervenscheide und unterbrechen an der Lagerungsstelle den Zusammenhang des Nervenmarks der Faser gänzlich oder doch zum Theil. Bei ungezerrten Präparaten füllt der Ganglienkörper die Erweiterung der Nervenscheide vollständig aus. Bei anderen Wirbelthierklassen wurden an den bezeichneten Orten nur solche Präparate gewonnen, welche bei jenen auf gleiche Verhältnisse, wie sie sich bei den Fischen herausgestellt hatten, schliessen liessen. Der Ausspruch sei also begründet, »dass in den Ganglien der Cerebrospinalnerven selbst oder in deren unmittelbarer Nähe bei allen Wirbelthieren ein inniges Verhältniss der Ganglienkugeln zu den breiten oder sogenannten animalen Nervenfasern stattfinde, indem diese Fasern auf ihrem Gange von den Centraltheilen zur Peripherie solche Kugeln in ihrem Innern beherbergen». Ob eine Faser immer nur eine Kugel aufnehme oder auch mehrere hintereinander einschliesse, liess sich nicht sicher entscheiden; nie gelang es aber letzteres darzulegen. VOLKMANN schloss sich in einem Anhange BIDDER an, glaubt aber, dass unipolare Kugeln wahrscheinlich auch vorkommen.

Bald danach theilte ROBIN [1]) die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die peripherischen Ganglien der Reptilien, Vögel und Säugethiere mit. Er fand sie denjenigen der Fische ähnlich gebaut. Die Ganglienkugeln sind nämlich nach ihm von zwei Arten: grosse sphärische, welche an ihren beiden entgegengesetzten Enden mit breiten oder sensibeln Nervenröhren in Verbindung stehen, und kleine, gewöhnlich eiförmige Kugeln, welche ebenfalls an ihren beiden Enden mit je einer Nervenröhre, aber einer schmalen oder sympathischen, verbunden sind. Die kleinen Kugeln sind weniger zahlreich in den cerebrospinalen Ganglien als in den sympathischen. Der Inhalt der Kugeln ist homogen, feinkörnig und enthält eine durchsichtige, mit einem Nucleolus versehene Zelle. Die Wand der Kugeln ist bei verschiedenen Thieren von verschiedener Dicke und ist mit eiförmigen oder polygonalen, länglichen Kernen besetzt, aber nur bei den Plagiostomen ist die Wand der Kugeln an ihrer Innenfläche mit Zellen bekleidet.

Nach DONDERS und HARTING [2]) hängen sowohl bei höheren als bei niederen Thieren die Ganglienkörper meistentheils nach zwei Polen hin mit Nervenfasern zusammen.

Nach LIEBERKUEHN [3]) — er scheint im Allgemeinen den Frosch untersucht zu haben — besitzen die Ganglienzellen, sowohl die der sympathischen als die der spinalen Ganglien, eine Scheide, deren Structur noch nicht dargelegt ist; man sieht in ihr weder Zellen noch Fasern; sie geht in die Scheide der Nervenfasern über. Die Zellen der sympathischen sowohl als der spinalen Ganglien besitzen Ausläufer; dieselben werden zwar oft abgerissen, bei den ersteren findet man jedoch nicht selten einen solchen, zuweilen sogar zwei entgegengesetzt ausgehende, bei den letzteren aber nur einen; diese Ausläufer haben das Aussehen von Nervenfasern. Zuweilen gelang es LIEBERKUEHN die Nervenfaser sogar in den Kern eintreten zu sehen; dieser ähnelte dann einer Anschwellung der Faser. In einzelnen Fällen schien eine Faser aus dem Kern, eine andere aus der Zelle selbst auszugehen. In noch anderen Fällen endigte die Faser in dem Kern und ihr Axencylinder setzte sich zum Kernkörperchen fort. Er führt fünf verschiedene Arten des Verhaltens der Nervenfasern zu den Ganglienzellen an: 1. Es findet sich nur ein Axencylinder und dieser geht in den Nucleolus über. 2. Der Axencylinder läuft durch den Nucleolus, welcher als der in der Mitte verdickte Axencylinder erscheint. 3. Es sind zwei Nucleoli vorhanden, durch welche beide die Axencylinder gehen. 4. Von der einen Seite der Zelle her tritt ein Axencylinder in den Nucleolus, von der entgegengesetzten geht die scheinbar unbeschädigte Nervenfaser in den Kern. 5. Von der einen Seite der Zelle dringt ein Axencylinder in den Nucleolus; von der anderen Seite eine wahrscheinlich mit Scheide versehene Nervenfaser in die Zelle selbst, deren Axencylinder bis zum Nucleolus sich fortsetzt.

Nach STANNIUS [4]) ist die Existenz unipolarer Ganglienkörper, wenigstens bei Fischen, sehr zweifelhaft. »Thatsächlich steht fest, dass sowohl breite, wie schmale Primitivröhren als Pole bipolarer Ganglienkörper erscheinen können». Bei einigen Fischen (Plagiostomen, Petromyzon) sind die bipolaren Ganglienkörper in ausserordentlich

[1]) Procès-verbaux de la Société philomatique de Paris, séance de 15 Janvier 1848.
[2]) Nederlandsch Lancet. D. III. 1849.
[3]) De structura gangliorum penitiori. Berolini 1849.
[4]) Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht. Rostock 1849.

überwiegender Menge vorhanden. In allen Spinalganglien der Fische sah er meist bipolare Ganglienkörper; er nimmt an, dass die unipolaren meistens, wenn nicht immer, durch Abgerissensein des zweiten Poles entstehen. Es giebt Nerven, in deren Bereiche man breite Röhren beständig nur als Pole bipolarer Ganglienkörper erkennt. Bei gewissen Wurzeln des Trigeminus und Vagus gelangt man zu der Ueberzeugung, dass im Bereiche derselben auch nicht ein einziger unipolarer Ganglienkörper vorkömmt.

Kölliker [1]) hielt seine Ansicht vom Vorkommen einseitiger, einfacher (unipolarer) Ursprünge wirklicher, markhaltiger Nervenfasern aus den Ganglienkugeln aufrecht. Dann vertheidigte er auch die von ihm schon früher als Bestandtheile der Ganglien beschriebenen, sogenannten freien oder selbständigen (apolaren) Ganglienkugeln. Dieselben sind nämlich nach ihm nicht bloss in den eigentlichen Centralorganen, Gehirn und Mark, sehr häufig, sondern kommen auch in den Ganglien des Sympathicus und der Cerebrospinalnerven so constant und häufig vor, dass für ihn »die Frage vielmehr die ist, ob irgend ein Ganglion existirt, in welchem dieselben gänzlich mangeln». Diese selbständigen Ganglienkugeln ohne Fortsätze und Faserursprünge bestehen aus einer structurlosen Hülle, einem granulirten Inhalt mit einem bläschenförmigen Kern und Kernkörperchen; »viele derselben haben auch eine äussere Scheide von Bindegewebe mit eingestreuten Kernen, andere (Hirn, Mark, kleine Herzganglien) nicht».

Nach Kölliker [2]) besitzt ferner jede Nervenzelle als äussere Bekleidung eine zarte structurlose Membran, welche in den Zellen der Ganglien mit Leichtigkeit nachzuweisen ist. Ausserdem tragen sie eine äussere Hülle, an welcher Kerne vorhanden sind. Durch ein besonderes Gewebe werden nämlich die einzelnen Zellen in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt; dies Gewebe erscheint an isolirten Zellen wie eine besondere Hülle derselben und wird daher auch äussere Scheide derselben genannt, in der That stellt es jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes System von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden dar, welche die einzelnen Zellen zwischen sich aufnehmen und nur seltener als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln auftreten. Dieses Gewebe zählt offenbar zum Bindegewebe; es tritt aber theils in Gestalt einer bald mehr homogenen, bald mehr faserigen Substanz mit eingestreuten, plattrundlichen Kernen auf, theils in Form einzelner länglicher, dreieckiger oder spindelförmiger Zellen mit Kernen, die zum Theil wohl Epitheliumzellen ähneln, jedoch wie eine Vergleichung ihrer verschiedenen Formen ergiebt, den Entwicklungszellen des Bindegewebes entsprechen. Ausserdem kommen beim Menschen noch Zwischenformen vor, die gleichsam aus kernhaltigen sogenannten Remak'schen Fasern bestehen. Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren einfache blasse Fortsätze aus, deren jeder als eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzt. Die Fortsätze der Zellen und die entspringenden Nervenfasern besitzen, wie die Zellen selbst, sogenannte Scheidenfortsätze, verlieren dieselben jedoch da, wo sie an den austretenden Stamm sich anlegen, und erhalten statt ihrer das gewöhnliche Neurilem der Nerven als Umhüllung. Diese Ganglienzellen sind mithin nach Kölliker unipolar, nicht bipolar. Der Inhalt der Ganglienzellen ist eine weiche, aber zähe Masse, welche aus einer hellen homogenen Grundmasse und feinen Körnchen (theilweise auch Pigmentkörnern) besteht. Der Zellenkern ist ein kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen.

Leydig [3]) überzeugte sich bei der Chimæra, dass im Ganglion trigemini sämmtliche Ganglienkörper bipolar sind. Die primitive Nervenscheide setzte sich in die Hülle des Ganglienkörpers, der Axencylinder in die körnige Masse desselben fort, und das Nervenmark geht auch als dünnere Schicht am Ganglienkörper weiter.

Die Ganglien bestehen nach Hassall [4]) aus Ganglienkugeln, Nervenröhren und gelatinösen Fasern. Jedes Ganglion ist aber noch von einer Membran von Faser-Gewebe umkleidet, einer Fortsetzung der gemeinsamen Hülle der in dasselbe ein- und aus demselben austretenden Nerven; dieselbe sendet Scheidewände in die Tiefe des Ganglion, welche die darin befindlichen Körperchen in einzelne Gruppen abtheilen und dadurch dem Ganglion selbst im Allgemeinen die Anordnung und den Character einer Drüse geben. Die gelatinösen Nervenfäden bilden im Ganglion eine Art von innerer Kapsel. Noch ist, sagt Hassall, die Frage unentschieden, »ob entweder die röhrenförmigen oder die gelatinösen Fasern von den Ganglienkörperchen ihren Ursprung nehmen; doch dürften die gewichtigsten Gründe der Idee eines solchen Ursprungs sowohl der einen als der anderen Ordnung von Fasern widersprechen».

[1]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd I. 1849.
[2]) Mikroskopische Anatomie. Bd II. Erste Hälfte. Leipzig 1850.
[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1851.
[4]) Arthur Hill Hassall's Mikroskopische Anatomie des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Aus d. Engl. übers. v. Dr Otto Kohlschütter. Leipzig 1852.

In den Spinalganglien der Rochen fand Remak [1]), dass wahrscheinlicher Weise die Nervenröhren der Wirbelthiere noch nicht die primitiven histologischen Elemente der Nerven darstellen. An jeder Ganglienkugel unterscheidet man eine Fortsetzung der sog. Zellenscheide des Nervenrohres und eine Fortsetzung der Wand des Axenschlauches; innerhalb der letzteren liegt die den Kern umgebende Substanz der Ganglienkugel. Diese Substanz zeigte nach kürzerer Aufbewahrung in verdünnten Chromsäure- (resp. chroms. Kali-) Lösungen ein sehr regelmässiges fasriges Gefüge. Und zwar liessen sich zwei Schichten von Fäserchen unterscheiden; die innere umgab concentrisch den Kern, die äussere verlief nach beiden Polen in den Canal des Axenschlauches hinein. Hier waren sie nicht weiter zu verfolgen. An den vielstrahligen Ganglienkugeln im Rückenmarke der Säugethiere macht sich ein ähnlicher faseriger Bau bemerklich, der sich in die Strahlen hinein verfolgen lässt.

Nach Axmann [2]) sind die wesentlichen Elemente des Gangliensystems die Nerven- und Ganglienkugeln, und die mit diesen zusammenhängenden Nervenprimitivröhren. Diese Elemente werden, nebst den die Ganglien durchsetzenden Nervenröhrenbündeln und den die Ganglien ernährenden Blutgefässen durch ein Netzwerk von Zellgewebsfasern, Stroma, getragen und von einer ebenfalls aus Zellgewebsfasern bestehenden Scheide, Vagina, zusammengehalten. Die Ganglienkugeln sind in das Stroma wie die Ovula in das Stroma des Eierstocks eingebettet. Sie sind gewöhnlich oval und etwas plattgedrückt und bestehen aus einer Membran, einer markigen Masse und einer excentrisch liegenden hellen Scheibe. Die Membran ist in der Regel ohne wahrnehmbare Structur, und nur zuweilen mit kleinen, platten, eckigen oder rundlichen Kernen besetzt. Die Ganglienkugeln sind oft ohne alle, häufig mit einem, seltener mit zwei in Nervenprimitivröhren auslaufenden Fortsätzen versehen. Kugeln mit drei, vier bis sechs Nervenfasern fand er in den Ganglien nicht. Nicht nur die Haut der Ganglienkugel geht in die Scheide der Nervenröhre, sondern auch der markige Inhalt der Kugel in den der Nervenröhre und die helle Scheibe (der Kern) der Kugel in den Axencylinder über. Der Uebergang der Ganglienkugelhaut in die cylindrische Röhre der Nervenprimitivröhre ist leicht wahrzunehmen; der Uebergang des Markes der Ganglienkugel in das der Nervenprimitivröhre ist hingegen weniger leicht darzulegen. Der Zusammenhang der hellen Scheibe (des Kerns) der Kugel mit dem Axencylinder, welchen Axmann in sämmtlichen Thierclassen fand, ist am leichtesten an den in Essigsäure aufbewahrten Ganglienkugeln zu constatiren.

Die grossen Ganglienkugeln der Spinalganglien senden nach Remak [3]) von allen Punkten ihrer Oberfläche feine gangliöse Fasern aus, welche sich an einem Pole zu Bündeln vereinigen, nachdem sie eine die Kugel einhüllende dicke Kapsel gebildet haben. Wenn ausser den feinen gangliösen Seitenfasern noch eine oder zwei stärkere nicht gangliöse Centralfasern von der Ganglienkugel ausgehen, so werden sie von den gangliösen Faserbündeln eingeschlosssen.

Von den Spinalganglien gab aber Remak bald danach an [4]), dass in ihnen nicht multipolare Ganglienzellen vorkommen. Bei den Plagiostomen sind sie bipolar. Auch beim Menschen und bei Säugethieren lassen sich bipolare Zellen darstellen. Unipolar erscheinen sie häufig, wenn die beiden Fortsätze dicht neben einander die Zelle verlassen. Noch häufiger sieht man aber wirklich Zellen mit einem einfachen Fortsatze: wahrscheinlich theilt sich derselbe nach kurzem Verlaufe in zwei Fasern. Bei Säugethieren sah er nämlich in den Spinalganglien nicht selten Theilungen dunkelrandiger Nervenfasern. Die Scheide der Ganglienzellen besteht aus einer epithelialen Zellenschicht und einer festen Membran.

R. Wagner [5]) wiederholte seine frühere Behauptung, dass in den Spinalganglien alle vom Rückenmark austretenden Fasern sich mit Ganglienzellen combiniren, in der Weise, dass jede Ganglienzelle an den beiden Polen nach dem Centrum und der Peripherie eine Primitivfaser abgiebt, und dass auch in den Ganglien der Cerebralnerven solche bipolare Ganglienzellen mit Faserursprüngen nach Peripherie und Centrum vorkommen.

Die spinalen Ganglien besitzen nach Gerlach [6]) ein Stromagebilde, welches offenbar nichts Anderes als ein modificirtes, theils homogenes, theils faserig erscheinendes und zahlreiche Kernbildungen einschliessendes Binde-

---

[1]) Amtlicher Bericht über die neunundzwanzigste Versamml. der Gesellsch. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden im Sept. 1852. Wiesbaden 1853.

[2]) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Physiologie des Ganglien-Nervensystems des Menschen und der Wirbelthiere. Berlin 1853.

[3]) Monatsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Berlin, Maj 1853.

[4]) Monatsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Berlin, Januar 1854.

[5]) Diese Ansichten gingen schon aus seinen Arbeiten von 1846—7 hervor. S. seine Neurologische Untersuchungen. Göttingen 1854.

[6]) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Zweite Auflage. Mainz 1854.

gewebe ist; ausserdem finden sich, namentlich in grösseren Ganglien, auch wirkliche Zellen, meist von spindelförmiger Gestalt. Viele Ganglienzellen besitzen, ausser ihrer structurlosen Hülle, noch eine Scheide aus zartem Bindegewebe. Zwischen dem Bindegewebe, oder auch unmittelbar auf der structurlosen Hülle der Ganglienkugeln, bemerkt man häufig rundliche Zellenkerne. Ein grosser Theil der Ganglienzellen verhält sich beim Kinde unipolar; ferner sah er, wenngleich selten, entschieden bipolare, mit an entgegengesetzten Enden entspringenden Nervenfasern.

Die Hüllen oder Scheiden der Nervenzellen der Ganglien sind nach STILLING [1]) aus Theilen oder Fasern oder Röhrchen zusammengesetzt, welche denjenigen der Hülle, des Marks und des Axencylinders der Nervenfasern ganz und gar gleich sind. Diese Elementarröhrchen setzen sich unmittelbar aus der Zellenhülle zu dem Parenchym der Zelle fort. Letzteres enthält auch eine fast unentwirrbare Masse von kürzeren und längeren faserähnlichen Theilen, resp. feineren oder feinsten Elementarröhrchen und anscheinend körnigen Massen der verschiedensten Form und Grösse. Das Parenchym des Nucleus verhält sich im Ganzen wie das Parenchym der Zelle. Der Nucleolus sendet centrifugale und centripetale Fortsätze aus; er besteht deutlich aus drei concentrischen, verschieden gefärbten Schichten.

BIDDER [2]) und KUPFFER beschrieben an den der Cauda equina anliegenden Spinalganglien der Katze zu äusserst eine starke aus concentrischen Fasern gebildete Hülle, innerhalb welcher die Ganglienzellen in die Maschenräume eines mit der Hülle zusammenhängenden Netzwerkes eingebettet liegen. Die Zellen besitzen nicht mehr als zwei Ausläufer.

G. WAGENER [3]) schliesst sich LIEBERKUEHN betreffs der Thatsache vollständig an, dass bei den Ganglienzellen des Frosches vom Kern eine Röhre, vom Kernkörper aber ein in der Röhre des Kernes liegender Faden sich in die Nervenfaser fortsetzt. Auch bei einigen niederen Thieren sah er ähnliche Verhältnisse. Bei Raja und Squatina konnte er sie indessen nicht wiederfinden. Er fügt aber die Bemerkung hinzu, dass unter hundert Fröschen u. s. w. sich nur einer oder zwei zur Untersuchung eigneten. Und selbst von diesen konnten nur ein oder zwei brauchbare Präparate gefertigt werden.

Ueber die Spinalganglien führt LEYDIG an [4]), dass nur unipolare und bipolare Ganglienzellen in ihnen vorhanden sind; sie erscheinen unipolar dadurch, dass die beiden Fortsätze dicht neben einander entspringen oder sich der eine Fortsatz nach kurzem Verlaufe theilt. Diese Fortsätze der Ganglienzellen gehen unmittelbar als Inhalt der Nervenröhren fort. An den bipolaren Ganglienzellen geht ferner die homogene Hülle der Nervenfaser ebenso continuirlich in die der Ganglienkugel fort. »Eigenthümlich ist die Erscheinung, dass die deutlich nach innen gelagerten Kerne der homogenen Nervenfaserhülle, sobald sich letztere zur Aufnahme des Ganglienkörpers ausgeweitet hat, so zahlreich werden, dass man, wären sie noch von einer Zellenmembran umgeben, die aber durchaus fehlt, an ein Epithel denken könnte». Die Ganglien bestehen aus einer äusseren bindegewebigen Hülle, der Fortsetzung des Neurilems, welche nach innen ein die Blutgefässe führendes Fächerwerk abgiebt.

In den Spinalganglien, an denen man als Hülle einen verschieden dicken bindegewebigen Ueberzug, ein modificirtes Neurilem, welches theils aus fibrillärem Bindegewebe, theils aus der Remakschen Faserformation besteht und das Innere des Knotens durchzieht, erkennt, finden sich nach FREY [5]) vereinzelte bipolare Ganglienzellen; häufiger begegnet man aber unipolaren.

MAX SCHULTZE [6]), der keine Zellenmembran an den Ganglienzellen, weder den centralen noch den peripherischen anerkennen wollte, und dieselben als kernführende Anschwellungen der Axencylinder ansah, unterschied vier Arten von solchen Zellen, nämlich die ganz nackten (der Centralorgane), die mit »Neurolemma» (Schwannscher Scheide) versehenen (die der sympathischen und aller mit multipolaren Zellen begabten peripherischen Ganglien), die mit Markscheide aber keinem Neurolemma versehenen (gewisse Zellen des Nervus acusticus) und endlich die mit Markscheide und Neurolemma versehenen (die bipolaren Zellen der Spinalganglien, bei welchen indessen die Markscheide nicht immer die ganze Scheide bekleidet).

Nach HENSEN [7]) sind die Ganglienzellen keineswegs immer solide Klümpchen, sondern an vielen aus dem Ganglion Gasseri vom Kalb, Kaninchen, Schaf, Frosch sah er im Protoplasma einen deutlichen, häufig scharf be-

[1]) Anatom. und mikroskop. Untersuchungen über den feineren Bau der Nerven-Primitivfaser und der Nervenzelle. Frankfurt a. M. 1856.

[2]) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks und der Entwickelung s. Formelemente. Leipzig 1857.

[3]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd 8. 1857.

[4]) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.

[5]) Histologie und Histochemie des Menschen Leipzig 1859.

[6]) Observationes de retinæ structura penitiori. Bonnæ 1859.

[7]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd 11. 1862.

grenzten Zellenraum mit klarem Inhalt, in welchem der Kern liegt und durch Fäden mit der Wand in Verbindung zu stehen scheint. Er sprach sich auch für die Richtigkeit der Lieberkühnschen Angabe über den Ausläufer des Kernkörperchens aus, gab aber zu, dass man dies selten vollkommen klar wahrnimmt.

Mauthner [1]) fand im Kernkörperchen der peripherischen Ganglienkugeln der Schildkröte noch ein bläschenförmiges Körperchen, welches er »Nucleololus» nannte. Die peripherischen Ganglienkugeln seien immer von einer besonderen äusseren Scheide umgeben; innerhalb derselben finde sich an ihnen noch eine structurlose Membran.

In den Zellen der Spinalganglien des Kindes fand Frommann [2]) durch Behandlung mit Argentum nitricum den Kern homogen oder fein granulirt und in seinem Inneren eine Anzahl feiner Fäserchen und heller glänzender Körner, die zum Theil in Fäserchen übergingen. Das Kernkörperchen erschien besetzt von einer Anzahl lichter, theils grösserer, theils sehr kleiner Punkte. Kern und Kernkörperchen bildeten den Ausgangspunkt von Fasern, die in die Zellsubstanz übertraten und in derselben verschieden weit zu verfolgen waren. Sie traten vom Kern theils vereinzelt, theils in kleinen Bündeln von 3—6 Fasern ab. Zwischen den vom Kern entspringenden waren Fasern des Kernkörperchens sichtbar; mehr als sechs Fasern der letzteren Art konnte er nicht abgehen sehen. Ausserdem kommen hie und da in den Zellen der Spinalganglien vom Kern ausgehende Fortsätze vor, die der von Lieberkuehn und Wagener gegebenen Beschreibung entsprechen, nämlich röhrige Verlängerungen des Kerns, die entweder schon bald nach ihrem Ursprung aus dem letzteren die Zelle verlassen oder in dieser bis zum Zellrande ziehen und erst da austreten. Mit Sicherheit liess sich in den meisten dieser Fortsätze ein feiner Faden wahrnehmen, der mehrmals in das Kernkörperchen einmündete, in anderen Fällen in der Nähe desselben verschwand. Betreffs der Fortsätze der Ganglienzellen selbst sagt er, dass an den durch Zerzupfen isolirten Zellen solche gewöhnlich nicht sichtbar waren; in anderen Fällen meist nur einer oder zwei, die kurz nach Austritt aus der Zelle abgerissen waren. An der Rissstelle traten die Enden der Fibrillen hervor. Nur an wenigen Zellen traf er je einen in grösserer Ausdehnung erhaltenen, langen, blassen und schmalen Fortsatz; vom Kern ausgehende Fibrillen waren nicht deutlich in sie hinein zu verfolgen. — Auch an den Zellen der Spinalganglien des Frosches sah er wiederholt die vom Kern ausgehenden Fortsätze und daneben noch einzelne vom Kern in die Zelle übergehende sehr feine Fibrillen, die indessen in letzterer nicht weit zu verfolgen waren.

Polaillon [3]) schliesst sich im Allgemeinen Robin an; nach ihm giebt es also zweierlei Ganglienkugeln, nämlich grosse und kleine; eine intermediäre Grösse kommt nicht vor. In den Spinalganglien sind Kugeln mit breiten Nervenfasern in grosser Anzahl, dagegen wenige mit schmalen Fasern vorhanden. Sie liegen dicht bei einander ohne innere Scheidewände; es findet sich sehr wenig von einer amorphen (unstructurirten) Substanz, welche mit der grauen Hirn- und Rückenmarksubstanz verglichen worden ist; einige seltene Bindegewebsfasern, spindelförmige Körper oder Kerne sind zwischen den Kugeln und Nervenröhren gelagert. Der Inhalt der Kugeln ist im frischen Zustande hyalin und flüssig, wird aber nach ein oder zwei Stunden fest und körnig; zuweilen erfüllt er dann noch die homogene, mit platten, triangulären oder rundlichen Kernen besetzte Hülle; gewöhnlich zieht er sich aber von ihr zurück und dann erscheinen (nach Robin) an ihrer Innenseite die sarcodeartigen Bildungen, welche früher als eine Schicht von Blasen, welche die Innenseite der Hülle bekleiden sollten, angesehen wurden. Der Kern der Ganglienkugeln ist im Allgemeinen central und sphärisch, hat eine Membran und einen körnigen Inhalt, sowie einen oder mehrere Kernkörperchen. Seine Grösse steht bei Wirbelthieren in keinem bestimmten Verhältniss zur Grösse der Kugel. Ueber die Ausläufer der Kugeln (spinaler und sympathischer?) äussert Polaillon im Allgemeinen, dass er mehr und mehr veranlasst werde, die Existenz der apolaren zu verwerfen, und sich überzeuge, dass alle zwei oder mehrere Pole besitzen, obwohl er das Vorhandensein unipolarer nicht absolut leugnen könne. An den Ganglien finde sich kein Perineurium, nur ein Neurilem.

Nach Fraentzel [4]) liegt gewöhnlich jede Zelle der Spinalganglien in einer besonderen, durch eine Fortsetzung des Neurilems der zutretenden graden Nervenfaser gebildeten bindegewebigen Hülle von ziemlich schwankender Dicke, die nicht selten streifig erscheint und mehr oder weniger reichliche elliptische Kerne enthält. Die Zellen mit ihren Hüllen oder Kapseln sind in ein bindegewebiges, mit dem Perineurium in Verbindung stehendes Gewebe eingeschlossen, das vollkommen dem Stroma einer Drüse gleicht. Die Kapseln sind somit deutlich gegen das Stroma

[1]) Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. — Besonderer Abdruck. Wien 1862.

[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 31. 1864.

[3]) Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 3:me année. 1866.

[4]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 38. 1867.

abgegrenzt und lassen sich mit den Ganglienzellen und der zutretenden Nervenfaser isoliren, wobei man das Neurilem der letzteren direct zur Kapsel werden sieht. Nicht selten vermochte er die Nervenfaser bis zum Kern, nie aber weiter zu verfolgen. Ebenso wenig sah er, dass mehr als eine solche Faser in eine Zelle trat. Von der Existenz der Spiralfasern (die den bei den sympathischen Ganglienzellen beschriebenen ähnlich seien) hat er sich überzeugt und sie namentlich schön aus Spinalganglien menschlicher Embryonen gesehen; für die nervose Natur dieser Spiralfasern fand er indessen keine Beweise, da er nie ihren Uebergang in doppelt contourirte Fasern sah. Für ihren Uebergang in das von J. Arnold und Courvoisier beschriebene Fadennetz sowie für den Zusammenhang des letzteren mit dem Kernkörperchen konnte er nie beweisende Präparate gewinnen. Nach ihm findet man bei näherer Untersuchung mittels verschiedener Methoden, dass die Fadennetzzeichnung in ihren polygonalen Feldern Kerne enthält und eben davon herrührt, dass die Kapsel der spinalen Ganglienzellen von einem unregelmässig polygonalen, grosskernigen, einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet ist. Es gelang ihm nun durch Silberimprägnation die bekannten Silberzeichnungen an diesem Epithel darzustellen; er bemerkt indessen, dass die Zeichnung keineswegs immer eine vollständige und deutliche sei. Auch an frischen Präparaten ist das Vorhandensein des Epithels zu constatiren; die Kerne dieser Epithelzellen sind gross und rund; die Kapseln selbst aber haben kleinere elliptische Kerne. Ausser der netzförmigen, durch die Kittsubstanz der Epithelien bedingten Zeichnung konnte Fraentzel »nie ein anderes Netz, in specie nie Fäden durch die Zellsubstanz verlaufen sehen».

Nach Köllikers [1]) letzter Mittheilung treten die sensibeln Wurzeln der Rückenmarksnerven in keinen Zusammenhang mit den Ganglienkugeln der Spinalganglien, sondern sie ziehen nur bündelweise durch dieselben. Die Ganglienkugeln selbst stehen durch einen, seltener zwei, sehr selten durch noch mehrere Fortsätze mit anderen Nervenfasern in Verbindung; diese Fasern, die Ganglienfasern, gehen meist, vielleicht immer, peripherisch, so dass mithin jedes Ganglion als Quelle neuer Nervenfasern anzusehen ist. Die Ganglienkugeln besitzen keine Zellenmembran, aber eine Hülle, die auf den ersten Blick aus einer gleichartigen Substanz mit Kernen besteht; es lässt sich indessen nachweisen, dass dieselbe aus kleinen epithelartigen Zellen zusammengesetzt ist, »und so möchte es leicht sein, dass alle diese Scheiden aus platten verlängerten Zellen nach Art derer, die die Capillaren bilden, bestehen». Die Fortsätze der Ganglienzellen sind mit einer besonderen kernhaltigen Hülle, einer Fortsetzung der Scheide der Zellen, versehen; sie sind anfangs blass, jeder aber setzt sich als eine dunkelrandige Nervenröhre fort. Betreffend die Anzahl der Fortsätze, so giebt es nach Kölliker bei Menschen und Säugern sehr zahlreiche unipolare Zellen; seltener sah er Zellen mit zwei oder gar mit drei und vier blassen Fortsätzen. Die Fortsätze scheinen ungetheilt oder in seltenen Fällen nach einfacher Zweitheilung in dunkelrandige Nervenröhren, wie erwähnt wurde, überzugehen. Ob hier auch apolare Zellen vorhanden sind, konnte er nicht entscheiden. Die entspringenden Nervenröhren oder Ganglienfasern, die oft bogenförmig oder in mehreren kreisförmigen Windungen die Zellen umgeben, sind anfangs fein, werden aber bald dicker und oft zu mitteldicken oder dicken Nervenröhren.

An den Ganglienkörpern des Ganglion Gasseri des Kalbes fand Julius Arnold [2]) Hüllen, welche sehr feine, dunkle, fadenförmige, in bestimmten Abständen sich unter einander verbindende Linien zeigten; letztere schlossen hellere polygonale, homogene Felder zwischen sich ein; bei anderen Ganglienkörpern sah er in diesen Feldern Kernbildungen, die von einer Zone eines feinkörnigen Protoplasma umgeben waren. Diese Hüllen erwiesen sich somit als aus Zellen bestehend. Bei ausgewachsenen Thieren ergab sich, dass mehrere der Hüllen gleichfalls aus Zellen zusammengesetzt sind; an den meisten aber liessen sich nur anastomosirende Fadennetze finden, die helle Felder einschlossen. Von der Existenz einer Membran, zu der die Schichte von Zellen in dem Verhältniss der Auflagerung stehe, konnte er, im Widerspruch zu anderen Forschern, sich nicht überzeugen; vielmehr hatte es immer den Anschein, als ob die Kapsel selbst aus Zellen zusammengesetzt wäre, und die Theile der ersteren unmittelbar in diejenigen des benachbarten Stützgewebes übergingen, ohne von ihnen durch eine besondere Membran getrennt zu sein. Die Hülle der Ganglienkörper stellt eine Membranbildung dar, die in den früheren Perioden ihrer Entwickelung aus kernhaltigen Zellen, in den späteren aus lichten Blättchen, welche sich aus den ersteren durch allmählige Metamorphose hervorgebildet haben, bestehen. »Die Hülle des Ganglienkörpers bleibt somit für uns eine bindegewebige, aus Zellen oder Blättchen aufgebaute, kernhaltige oder vollkommen homogene Haut, die continuirlich mit dem benachbarten Stützgewebe zusammenhängt». Die Ganglienkörper des Ganglion Gasseri stellen mehr oder weniger rundliche, meistens etwas abgeplattete Bildungen dar. In dem Kernkörperchen lassen sich mehrere helle Flecken nachweisen.

[1]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Fünfte Auflage. Leipzig 1867.
[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 41. 1867.

Die äussere Contour dieses Körperchens ist durch Fäden unterbrochen, die an den hellen Stellen in seine Substanz auslaufen. Dieselben durchziehen den Kern in radiärer Richtung; sie treten in die Belegungsmasse ein, lassen sich in dieser eine ziemliche Strecke weit verfolgen, um sich dann zu verlieren. Die Belegungsmasse bestehe aus einer mehr oder weniger homogenen Grundsubstanz und Körnern, die reihenweise gestellt sind und den Eindruck von feinen Fibrillen machen, die netzförmig angeordnet erscheinen. Am dichtesten sei das Fadennetz gegen die Peripherie des Ganglienkörpers hin. Von Fortsätzen traf er immer wenigstens einen. Zuweilen liess sich deutlich von der Eintrittsstelle desselben aus ein blasses Band bis zu dem Kernkörperchen verfolgen, das in diesem endete; an manchen war der Verlauf dieses Bandes nur innerhalb des Kernes wahrnehmbar. Ausser diesem Fortsatze, der ohne Zweifel dem Axencylinderfortsatz entspräche, fand er häufig einen zweiten, der bald sehr nahe dem ersteren, bald in einiger Entfernung von demselben mit dem Ganglienkörper in Verbindung trat. Er ist meistens schmäler als ersterer, besitzt den Character einer blassen Faser und macht nicht selten Spiraltouren um den Axencylinderfortsatz. Ob er ein constanter Bestandtheil dieser Ganglienkörper sei, wollte Arnold nicht entscheiden.

Schwalbe [1]) fand bei Säugethieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien die spinalen Ganglienzellen unipolar; nur zweimal (einmal in einem Spinalganglion des Schafes und einmal im Ganglion Gasseri des Kalbes) sah er Zellen mit zwei Fortsätzen. Alle im Ganglion entstehenden Nervenfasern laufen, seinen Untersuchungen gemäss, bei den genannten Thieren nach der Peripherie, niemals centralwärts. Dies sah man am deutlichsten bei den Amphibien und Reptilien, wo die Ganglienmasse nur einseitig den sensibeln Fasern anliegt. Bei den kleineren Säugern, wo die Verhältnisse wesentlich complicirter sind, treten immer mehrere gesonderte sensible Stämmchen in die Ganglienmasse ein und werden von allen Seiten von derselben umgeben. Viele Fasern zweigen sich dazu vom Stämmchen ab, nehmen Ganglienzellen zwischen sich auf und vereinigen sich dann entweder mit dem Bündel, mit welchem sie eintraten, oder mit einem benachbarten oder auch mit einem entfernteren. Noch complicirter sind die Verhältnisse bei den grösseren Säugethieren (Kalb, Schaf). Hier findet sich am Längschnitt ein sehr intricates Fasergewirr und bald haufenweise zusammenliegende, bald zwischen die Fasern eingesprengte Ganglienzellen. Auf dem Querschnitt könne man aber sehen, dass ein solches Spinalganglion als ein Complex von derartigen Ganglien wie die der kleineren Säuger aufzufassen ist; auch hier treten mehrere sensible Nervenstämmchen ein, von welchen jedes wieder aus drei bis vier secundären Bündeln besteht; ein jedes dieser Bündel umgiebt sich gesondert mit Ganglienzellen, kann aber auch Fasern zu benachbarten oder entfernteren Bündeln schicken; ebenso können die gangliospinalen Fasern den mannichfachsten Verlauf zeigen. Trotz dieses Fasergewirrs könne man sich doch zuweilen überzeugen, dass diese Fasern peripherisch ziehen.

Die Scheide der Ganglienzellen ist nach Schwalbe nicht eigentlich ein »Epithel« derselben, sondern besteht lediglich aus endothelialen Plättchen, die sich innig dem begrenzenden Bindegewebe anlegen, da sie nur eine Grenzschicht derselben darstellen; niemals gelingt es aber, eine Ganglienzelle aus einem Spinalganglion eines Säugethieres mit Fortsatz und Scheide zugleich glatt zu isoliren; immer erhält man hüllenlose Nervenzellen, auf denen indessen, aber selten, noch Reste der Scheide und des anstossenden Bindegewebes haften können. So verhält es sich auch bei den Vögeln (Taube). Beim Frosch dagegen isoliren sich die Nervenzellen leicht mit ihrer Hülle; diese lässt keinen Zerfall in epithelähnliche Platten erkennen und enthält sparsame oder gar keine Kerne; beim Uebergang in die Nervenfaser findet sich jedoch eine feinkörnige Masse mit Kernen ohne deutliche Zellengrenzen; diese Bildungen kann man aber für Andeutungen eines Epithels halten. Die fibrilläre Structur der Ganglienzellen lässt sich in manchen spinalen und sympathischen Zellen gegen den Austritt der Nervenfasern hin erkennen. Auch eine um den Kern concentrische Strichelung lässt sich nachweisen, besonders in den Zellen der Spinalganglien. Der Kern zeigt oft eine radiäre Anordnung seiner Substanz; diese Streifung ist aber kein Ausdruck von Fasern, die vom Kernkörperchen ausgehend zu Nervenfasern werden. Kein directer Zusammenhang ist zwischen Kern oder Kernkörperchen und Nervenfaser zu sehen. Der Axencylinder geht unmittelbar, sich kegelförmig erweiternd, in die Substanz der Zelle über. Beim Frosch geht das Nervenmark an den Spinalganglienzellen bis dicht an die Zellensubstanz und hört da plötzlich auf. Es findet sich kein Fasernetz an den spinalen Ganglienzellen der Säuger; auch kommen keine Spiralfasern vor.

In seiner Arbeit über die spinalen Ganglien vom Frosch (Rana esculenta) stellt Courvoisier [2]) hauptsächlich folgende Ansichten auf: Betreffs ihres Bindegewebes stimmt er nunmehr der Meinung bei, dass »die Nervengebilde

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd IV. H. 1. 1868.
[2]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd IV. H. 2. 1868.

mit ihrer Bindegewebsscheide in den Stromamaschen liegen», dass also die an isolirten Elementen vorhandenen bindegewebigen Hüllen keine künstlich abgelöste Schicht des Stroma sind. Sogenannte blasse Nervenfasern traf er nie in diesen Ganglien; die Nervenröhren zeigten »stets dunkle Doppelränder und bestanden, wie alle andern ähnlich aussehenden, aus Axencylinder, Markinhalt und bindegewebiger, gekernter Scheide (Neurilemm). Einer innern Primitivscheide (SCHWANN) entbehren sie». Im Durchmesser fand er viele Variationen. Dagegen fehlten hier die von ihm im Sympathicus beschriebenen Uebergangsfasern. An den Nervenzellen ist die Kapsel eine »bindegewebige, concentrisch geschichtete und enthält ovale Kerne oft in ziemlicher Zahl». Ein Plattenepithel auf der Innenseite der Kapsel fand er nie; dagegen sah er gegen den Fortsatz der Zelle hin längs des Protoplasmarandes eigenthümliche Gebilde von der Grösse, aber nicht von dem Glanz der Kapselkerne »ohne einen Saum, der als Zellsubstanz hätte gedeutet werden müssen». Ihre Form war meist eckig, ihre Zahl wechselnd, ein bis zwölf. »Ob ich es hier vielleicht doch mit einem Analogon des Fräntzelschen Epithels zu thun hatte, weiss ich nicht». Er nennt sie »Polarkerne». In frischem Zustande untersucht, erscheint die Zellsubstanz glänzend, undurchsichtig und homogen; nach wenigen Minuten nimmt der Glanz ab, die Homogenität schwindet, Alles wird durchsichtiger; das Pigment sammelt sich zu einem Haufen gelber Körner, während die Substanz ein sehr fein granulirtes Ansehen bekömmt. Der Kern ist gewöhnlich einzeln, selten doppelt vorhanden; ein Mal sah er drei Kerne in einer Zelle. Für die Bläschennatur des Kerns und das Vorhandensein einer Membran an demselben spräche sein Verhalten gegen Goldchlorid. Sternzeichnungen im Kern, Fortsätze des Nucleolus konnte er nicht sicher nachweisen. Betreffs der Fortsätze der Zellen spricht er sich dahin aus, dass die Spinalganglienkörper entschieden unipolar seien; nie sah er oppositipole oder überhaupt Zellen mit zwei Fortsätzen. Der Fortsatz ist immer eine dunkelrandige Nervenröhre. Einige Mal sah er den Axencylinder dieser Nervenfaser durch die Zelle hindurch zum Kern vordringen. Ob hier eine wirkliche Endigung im Kern oder bloss eine Einstülpung des Protoplasma vorlag, konnte er nicht entscheiden. Sehr selten erschien es ihm so, als ob der Axencylinder sich am Zellenrand verästelte. Von apolaren Zellen erkannte er eine Art, die »den Eindruck von verkümmerten oder noch unentwickelten Elementen machen»; sie finden sich fast immer einzeln den unipolaren Zellen beigegeben, und zwar in der Weise, dass sie in deren Kapsel Platz nehmen; er nennt sie »Beizellen».

Die Zellen der spinalen Ganglien sind nach MAX SCHULTZE [1]) von dichtem faserigen Bindegewebe umhüllt; »jede Zelle liegt ferner in einer Art Kapsel von kernhaltigem Bindegewebe, innerhalb welcher sie sich bei Anwendung stärker erhärtend wirkender Flüssigkeiten zusammenzieht». Diese kernhaltige Kapsel ist die Fortsetzung der Schwannschen Scheide. Die meisten Zellen sind unipolar; an einzelnen findet man aber mehrere Fortsätze, die indessen nicht so entgegengesetzt polar sind wie bei Fischen, wo sie als Verdickungen der Axencylinder in Erweiterungen der Schwannschen oder sogar der Myelinscheide der Nervenfasern liegen; an den Zellen des Acusticus fehlt die Schwannsche Scheide. Eine fibrilläre Structur ist an den Zellen vorhanden.

Nach HENLE und MERKEL [2]) liegen die Nervenzellen der Spinalganglien frei in Hohlräumen, deren Wand zahlreiche, in Form und Grösse den Körnern des Gehirns ähnliche Körperchen enthält. Durch Versilberung erhielten HENLE und MERKEL gleiche Resultate wie FRAENTZEL und sahen in der Profilansicht der Ganglienzellenscheiden die über das Niveau der Wand vorspringenden Kerne von einem zarten, der Zellensubstanz entsprechenden Saume überzogen. Doch meinten sie auch freie Kerne zwischen der Nervenzelle und der Wand des Hohlraums wahrgenommen zu haben; die Kerne lägen in vielen dieser Scheiden zu unregelmässig, um überall für Kerne eines Pflasterepithelium gelten zu können. Sie fanden sich im Ganzen veranlasst anzunehmen, »dass die die Nervenzellen der Ganglien trennenden Scheidewände, neben den gestreckten Kernen der Nervenfasern und Capillargefässe, kuglige Kerne (Körner) enthalten, die sich in gewissen Fällen zu einem Epithelium entwickeln».

BIDDER [3]) untersuchte die Spinalganglien, besonders der Cervicalnerven, auch das Ganglion Gasseri beim Kaninchen, um die Zahl der Kerne in den Ganglienzellen derselben zu prüfen. Eine zweifellos zweikernige Zelle traf er hier nur selten; die Kernkörperchen waren aber auch in den einfachen Kernen häufig mehrfach vorhanden. Er giebt ferner an, in den cerebrospinalen Ganglien bei wiederholter Untersuchung öfters bipolare Zellen gefunden zu haben, und zwar gingen die beiden Fortsätze in entschieden entgegengesetzter Richtung ab. »Aber auch wo sie dicht neben einander von der Zelle abgehen und nach einer Seite gerichtet erscheinen, ist damit ihr weiterer Fortgang in entgegengesetzter Richtung keineswegs widergelegt».

[1]) STRICKERS Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd I. 1868—1871.

[2]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd 34. 1868.

[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1869.

Die Ganglienzellen der Spinalganglien der Vögel sind nach STIEDA [1]) rund und von einer bindegewebigen Kapsel oder Hülle umgeben, deren Innenfläche mit einer einfachen Lage rundlicher, kernführender Zellen ausgekleidet ist; diese Zellen sind nach ihm kein Epithel, sondern »eine Form der zelligen Bindesubstanz, welche man als Zellenhaut bezeichnen könnte». Bei Säugethieren sah er ein Gleiches, bei Fischen und bei Fröschen nicht; hier fand er in den Kapseln nur spärliche Zellen oder Kerne. An Schnitten durch die Spinalganglien sah er nur selten Fortsätze an den Nervenzellen und dann gewöhnlich nur einen einzigen. Der Axencylinder der Nervenfaser setzt sich direct in die Zellensubstanz fort, und die bindegewebige Hülle der Nervenzelle geht auf die Nervenfaser ununterbrochen über. Dicht hinter den Nervenzellen beginnt das Mark. Von spiraligen Fasern, von einem Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Kern oder Kernkörperchen hat er bei Vögeln, Fischen, Fröschen und Säugern nichts gesehen.

Wir [2]) schilderten das Verhalten der Häutchen und Lymphwege der Nervenwurzeln beim Uebergang zu den Ganglien folgendermassen: Die Duralscheide setzt sich über die Oberfläche des Ganglion fort; sie ist mit dem ausserhalb liegenden Fettgewebe, welches wie eine Tunica adiposa den Nervenwurzeln folgt, innig verbunden. Innerhalb der Duralscheide des Ganglion geht auch das Arachnoidalgewebe — Arachnoidea und Subarachnoidalgewebe — weiter; es besteht aus mehreren an einander liegenden feinen Zellenhäutchen; die Verwachsungen mit der Dura werden immer zahlreicher. Die Arachnoidalhäutchen nehmen reichlich Balken auf, so dass die Grenze gegen die Dura oft schwer anzugeben ist. Die Injectionsmasse läuft in diesen periganglionären Häutchen fort; eine vollständige Trennung zwischen dem Subduralraum und den Fortsetzungen der Subarachnoidalräume findet sich aber nicht. Von diesen äusseren Häutchen gehen Fortsetzungen ins Innere des Ganglion hinein, die zwischen sich Spaltenräume bilden, in welchen die Injectionsmasse ins Innere fortläuft. Die Kapseln um die Ganglienzellen sind sehr dünne blasenartige Bildungen. An der Innenseite der Kapseln sieht man eine Lage protoplasmatischer, kernführender Zellen. Diese trennen also die Kapsel von der Ganglienzelle selbst, und ihre Lage ist bald dicker, bald dünner und rings um die Kapsel gehend; wenn die Ganglienzelle während der Präparation weggefallen und die Kapsel also leer geworden ist, sieht man die Zellenlage oft in der schönsten Ausbreitung über die ganze innere Fläche. Bisweilen sieht man das Protoplasma von der einen oder anderen Zelle dieser Lage Ausläufer aussenden, welche zur Oberfläche der Ganglienzelle gehen. Sie könnten gleichwohl ein Kunstproduct sein, durch etwaige Zusammenschrumpfung der Ganglienzellen entstanden. Die Ganglienzellen füllen, wie bekannt, im Allgemeinen nicht die Kapsel aus, es ist vielmehr gewöhnlich ein Zwischenraum zwischen der Zellenfläche und den Bekleidungszellen an der Innenseite der Kapsel vorhanden. Sowohl bei Säugethieren als Batrachiern sahen wir nie mit einiger Sicherheit mehr als einen wirklichen Zellenausläufer von den Ganglienzellen ausgehen. Dieser von einer von der Kapsel stammenden Scheide umgebene Ausläufer ist oft recht grob und kann bisweilen ziemlich weit verfolgt werden. Ausser den Ganglienzellen und ihren Ausläufern mit den zugehörigen Kapseln und Kapselzellen gehen ferner in die Bildung des Ganglion die in verschiedenen Richtungen verlaufenden, als solche erkennbaren, wirklichen Nervenfasern ein; daneben findet man häutchenähnliche, mehr oder weniger fibrilläre, mit Kernen versehene Ausbreitungen und gewöhnlich feine Bindegewebsfibrillen, welche frei zu sein scheinen, aber dann, nach Allem zu schliessen, zum grossen Theil mechanisch abgetrennt sind. Hierzu kommen noch die Blutgefässe, die gröberen und die feineren. Alle diese Bildungen scheinen nicht dicht zusammengepackt zu liegen, es zeigen sich vielmehr Lücken hie und da zwischen ihnen. Compacter wird das Gewebe, wo Fortsetzungen von der Dura ausgehen oder die Häutchen reichlicher Balken führen.

Bei unseren Injectionen fanden wir, dass die Flüssigkeit in Räumen zwischen den von aussen eintretenden Häutchen und in Scheidenräumen um die zu Bündeln gesammelten Nervenfasern fortlief. Untersucht man nach einer gelungenen Subarachnoidalinjection eine Stelle, wo die Injection im Ganglion nahezu vollständig ist, so findet man, dass die Masse im Ganglion, so zu sagen, überall zwischen den Nervenelementen sich ausgebreitet hat. Die Kapseln der Ganglienzellen sind davon umspült, ohne dass die Flüssigkeit jemals in sie einzudringen pflegt, und die übrigen in das Ganglion eingehenden Theile schwimmen geradezu darin. In den Nervenbündeln findet man ein Verhältniss, welches man übrigens schon in den zum Ganglion gehenden Wurzeln wahrnehmen kann, nämlich dass die Masse von den Scheidenräumen um die Nervenbündel zwischen die einzelnen Fasern eindringt, welche letztere also auch hier gleichsam in der Flüssigkeit schwimmen. Bei Einstichinjection in die Ganglien sahen wir, wie bei der Subarachnoidalinjection, die Masse in den Scheidenräumen um die Nervenbündel im Inneren der Ganglien fortlaufen und

[1]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd 19. 1869.
[2]) Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd IV, N:r 21 und 25, 1872 (August). — Übers. in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd IX. 1873.

weiter durch grössere von Zellenhäutchen gebildete Spalten im Ganglion selbst und vermittelst derselben auch zwischen die periganglionären Häutchen austreten und von da sowohl gegen die Nervenwurzel central nach dem Rückenmark, als auch längs der peripherischen Nerven fortlaufen. Aber statt der mehr diffusen Injection zwischen den Nervenfasern und den Ganglienzellen erhielten wir nun schöne Lymphnetze. Dieses Netzwerk, welches die Nervenzellen und Nervenfasern reichlich umgiebt, mündet überall in die oben erwähnten grösseren Scheidenräume aus, sowohl im Inneren des Ganglion, wie an seiner Oberfläche. Es mündet aber nicht in die äusseren Lymphgefässe aus.

In seiner Arbeit über die celluläre Anatomie und Physiologie beschreibt Robin die Ganglienzellen folgendermassen [1]): Sie bestehen aus einer Wandung und einer Cavität, welche von einem soliden Inhalt ausgefüllt ist. Die Wandung ist dicker als diejenige der Nervenröhre, welche mit der Zelle in Verbindung steht; sie ist ferner homogen, feinkörnig, streifig, gleichsam fibroid, ohne fibrös zu sein, und mit kleinen Kernen in ihrer Substanz versehen. Die Nervenröhrenscheide verengert sich oft bis zur Hälfte bei ihrer Einmündung in die Zellencavität. Die Zelle ist körnig und enthält in ihrer Mitte einen grossen, hellen, durchsichtigen, sphärischen, ein gelbliches, glänzendes Kernkörperchen besitzenden Kern. Es giebt Ganglienzellen, welche mit mehreren Nervenröhren in Verbindung stehen. In den Nerven können sie mit einer centralen und mit zwei oder gar drei peripherisch laufenden Nervenröhren sich verbinden; dies findet besonders im Vagus und Sympathicus statt. Robin bildet vom Vagus des Menschen eine Zelle mit drei Ausläufern und aus einem Spinalganglion eine einseitig bipolare Zelle ab; die Ausläufer jener Zelle sind fein, die der letzteren hingegen grob und markhaltig.

In den Cerebrospinalganglien des Petromyzon Planeri fand Langerhans [2]) nur bipolare, von der endothelialen Scheide umgebene Ganglienzellen, der periphere Fortsatz war immer breiter als der centrale; die Fortsätze entspringen nach ihm entweder genau polar oder einander etwas näher vom Zellenleib.

Die Ganglienzellen der Spinalganglien besitzen nach H. D. Schmidt [3]) einen gröberen Fortsatz, der zu einer markhaltigen Nervenfaser wird, und zahlreiche feinere, welche in der Hülle der Ganglienzelle ein Netzwerk bilden. Ein Theil des letzteren geht Verbindungen mit den angrenzenden Ganglienzellenkapseln ein.

Nach Arndt [4]), welcher die Spinalganglien verschiedener Thiere mittels mehrerer Methoden untersuchte, liegen die Ganglienkörper einzeln oder in Gruppen zwischen einer Menge von bald mehr, bald weniger derbem Bindegewebes, einer Menge breiterer und schmälerer Nervenfasern und einer Anzahl von Gefässen. Das Bindegewebe stammt vom Perineurium her und bildet das Stroma des Ganglion. Jeder der Ganglienkörper besitzt seine eigene Hülle oder Kapsel, welche bald weiter, bald knapper ihn umschliesst. Diese Kapsel ist bindegewebiger Natur, zuweilen ausserordentlich kernreich, zuweilen verhältnissmässig kernarm. Sie lässt sich bald leichter, bald schwerer, bald gar nicht mit ihrem Inhalte isoliren. Wenn die Kapsel sehr kernreich ist, so scheint sie öfters beinahe nur durch eine Ansammlung dicht gedrängter Kerne gebildet zu werden. Wenn sie kernarm ist, besteht sie aus einem bald zarteren, bald derberen Häutchen, in welchem hier und da Andeutungen von Fibrillenbildungen hervortreten, und in das die einzelnen Kerne wie eingesprengt erscheinen; die Kerne sind länglich oder rund, und bilden hier eine einfache, dort eine mehrfache Lage; im ersteren Falle sind sie rund, im letzteren liegen runde Kerne immer zu innerst, dicht am Ganglienkörper, längliche näher an der Peripherie. An einer und derselben Kapsel können die Kerne verschiedenartig vertheilt, gehäuft oder zerstreut liegen. Die dichteste Anhäufung findet am Abgange der Zellenfortsätze statt. Es handelt sich nach Arndt um verschiedenartige Entwicklung der Kapseln, indem bei grossem Kernreichthum die Zellen ihren embryonalen Charakter bewahrt haben; wo hingegen die Kerne zerstreut liegen, in ein deutliches Häutchen eingebettet, da ist es zu einer wirklichen Bindegewebsbildung, und zwar mit zum Theil deutlich fibrillärem Charakter, gekommen. Da sind die zu äusserst gelegenen Zellen mit einander zu soliden Häutchen verschmolzen und öfters gleichzeitig mit denen der benachbarten Kapseln verwachsen. Wo Ganglienkörper in Gruppen liegen, sind diese oft noch von einer zweiten gemeinschaftlichen Scheide umgeben. Man kann also eine Capsula vaginalis propria und communis unterscheiden; letztere richtet sich in ihrem Bau ganz nach der ersteren. Die Grundform der Ganglienkörper ist die einer unregelmässigen, mehr oder weniger flachen Scheibe; doch kommen birnen- oder keulenförmige sowie polyedrische vor. Nach Arndt sind die Körper der Spinalganglien zum wenigsten bipolar. Er glaubt aber, dass auch manche multipolare vorhanden sind, vorzugsweise solche, welche »neben zwei stärkeren,

[1]) Anatomie et Physiologie cellulaires. Paris 1873.

[2]) Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Besond. Abdr. aus d. Bericht ü. d. Verhandl. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. Bd VI. Freiburg i. Br. 1873.

[3]) Monthly microscopical Journal XII. 1874.

[4]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd XI. H. 1. 1874.

sehr bald bemerkbaren Fortsätzen noch eine Anzahl feinerer aussenden»; letztere sind sehr blass und zerreissen leicht, sie kommen deswegen nur ausnahmsweise zur Wahrnehmung. Diese feineren Fortsätze sind nach Arndts Anschauung die Fasern, welche eine Verbindung mit anderen Körpern herstellen und damit den Commissurenfasern entsprechen, welche Courvoisier bei den sympathischen Ganglienkörpern beschrieben hat. Derartige Bilder sind jedoch seltener zu sehen. Dagegen findet man zwei Fortsätze an den Körpern sehr häufig und an intacten immer. Eine ganz klar ausgesprochene Bipolarität hält Arndt somit bei allen Thierklassen für ausgemacht; und für beinahe ebenso unzweifelhaft, dass auch einige der Ganglienkörper multipolar sind. Ob es hier aber wirklich unipolare Ganglienkörper giebt, lässt er dahin gestellt. »In seiner Kapsel erhalten, lässt aber fast jeder wohl entwickelte Körper wenigstens zwei Fortsätze erkennen». Die beiden Hauptfortsätze »entspringen für gewöhnlich sehr nahe bei einander, aber nicht vom Rande des Körpers, wie so häufig angegeben wird, sondern von einer seiner Flächen» und zwar aus der Nähe des Kernes. Bald tritt jeder Fortsatz für sich ab, in eine von der Kapsel stammende Scheide eingeschlossen. Bald treten die beiden Fortsätze dicht an einander liegend von dem Körper ab, wobei entweder jeder seine eigene Scheide besitzt, oder beide in einer gemeinschaftlichen Scheide nebeneinander abziehen. Die Scheide der Fortsätze trägt immer den Charakter der betreffenden Kapsel, ist also entweder mehr fibrös, oder besteht mehr aus embryonalen Zellen. Ob die feinen Fortsätze auch Scheiden haben, konnte Arndt nicht entscheiden. Zuweilen, aber nur selten, geht der eine Fortsatz in einem Bogen von dem anderen und in einer anderen Richtung ab. »Die spinalen Ganglienkörper dürften der Regel nach nur aus einer einzigen Zelle sich entwickeln»; doch kommt es vor, dass auch sie aus mehreren Zellen entstanden sind (S. unten Arndts Ansichten betreffs der sympathischen Ganglienkörper). Wenn unipolare Körper vorkommen, sind sie nicht zu normalen entwickelt. So auch die zuweilen vorhandenen »Doppelkörper», bei welchen an jedem nur ein Fortsatz sich findet; ob aber letztere Körper sich je mit Nervenfasern verbinden, muss eine offene Frage bleiben. Apolare Ganglienkörper kommen vor; sie sind klein, rundlich, liegen in sehr kernreichen Hüllen und sind im Ganzen als eine Bildungshemmung, eine Verkümmerung zu betrachten. Dann kommen aber auch »leere Schläuche ohne all und jeden Inhalt» vor, wahrscheinlich durch Zerstörung der Ganglienkörper leer geworden. Die Fortsätze der bipolaren Ganglienkörper sind entweder beide markhaltig oder beide marklos oder der eine markhaltig, der andere marklos.

Die Substanz der Spinalganglienkörper ist im Ganzen der der sympathischen Körper gleich (S. das Capitel über letztere); da aber die spinalen einfache Körper darstellen, sind sie nur aus den kleinen sphäroiden Körpern gebildet; Arndt sah bei ihnen niemals etwas von den Ellipsoiden, welche nach ihm bei den sympathischen die Lateralsubstanz bilden. Die Substanz der Spinalganglienkörper besteht also aus kleinen, weisslich glänzenden, sphäroiden Körperchen, welche durch eine matt grauliche, elastisch dehnbare Substanz untereinander verbunden sind und in ihrem Inneren einen zerklüfteten Hohlraum enthalten, der von einem dunkeln Kügelchen differenter Substanz eingenommen wird. Die sphäroiden Körperchen, welche Arndt nunmehr »Elementarkügelchen» nennt, liegen gewissermassen eingebettet in ein Protoplasma, und als optischen Ausdruck bekommt man ein feines grauliches Netzwerk zu sehen, das die lichte, aber von dunkeln, gewimperten Körperchen durchsetzte Substanz nach allen Richtungen durchzieht. Die Kügelchen liegen aber in diesem Protoplasma zu Gruppen vereinigt. Drei, vier, sechs und noch mehr der letzteren sind ausserdem von einem besonderen Protoplasmamantel umgeben. Nur nach den Fortsätzen hin und um den Kern herum zeigen die Kügelchen eine mehr gleichmässige Lagerung und lassen Reihenbildungen erkennen. In der Nähe des Kerns sind die letzteren sehr scharfe Kurven. Pigment fand er nur in den Ganglienkörpern des Menschen und Kaninchens; es besteht das eine Mal mehr aus gelblichen Kügelchen, das andere Mal mehr aus unregelmässigen vielfach verbogenen, wie geschrumpften Schollen. Es liegt unter allen Umständen am Uebergange der Einstrahlung der Ganglienkörperfortsätze in das netzförmige (reticuläre) Protoplasma des Körpers selbst, also in der Nähe des Kerns. Im Allgemeinen ist nur ein Kern, selten sind deren zwei oder gar drei vorhanden. Die Kerne liegen wohl immer excentrisch, sie sind ausserordentlich dünn und flach und bei scharfer Einstellung einfach contourirt; ihre Substanz scheint im Allgemeinen solid zu sein; beim Menschen und bei der Taube liess sie hin und wieder die radiäre Anordnung ihrer Elementarbestandtheile erkennen. Jeder Kern hat ein Kernkörperchen; viele haben aber auch deren mehrere. Wo zwei Kerne vorhanden sind, meint Arndt, dass diese Ganglienkörper aus zwei Bildungszellen hervorgegangen sind. Betreffs der Polarkerne Courvoisiers äussert er, zwischen denselben und unzweifelhaften Kapselkernen wesentliche Unterschiede nicht feststellen zu können.

»Die spinalen Ganglienkörper» sagt Arndt »erscheinen sonach den sympathischen gegenüber als verhältnissmässig einfache Körper. Während diese der Regel nach aus Zellencomplexen hervorgegangen und auch Zellen-

complexen entsprechend zu sein scheinen, stammen jene nur von einer einzigen Zelle ab und sind auch bloss einer Zelle äquivalent. Darin liegt denn aber auch der hauptsächlichste, ja ich möchte sagen, der einzige durchgreifende Unterschied zwischen beiden Ganglienkörper-Arten, und alle übrigen scheinen ihm gegenüber nur von untergeordneter Bedeutung zu sein. Es ist möglich, dass weitere Untersuchungen noch dem einen oder anderen von diesen letzteren ein grösseres Gewicht verleihen werden. Zur Zeit jedoch müssen wir wohl darauf verzichten so Etwas zu unternehmen, wollen wir nicht den Verdacht zu künsteln auf uns laden».

Schwalbe [1]) — welcher neulich eine eingehende Untersuchung über den Bau des Kerns bei den Ganglienzellen der Retina anstellte und an diesem Gebilde eine Kernmembran fand, welche sich als aus derselben Substanz (Nucleolarsubstanz Schwalbe) wie das Kernkörperchen gebildet erwies — konnte bei den Ganglienzellen des Ganglion Gasseri vom Kaninchen, und den Spinalganglien der Rana temporaria keine entsprechende Kernmembran nachweisen. Es fehle mithin eine solche Membran, sowie die von ihm an den Retinaganglienzellen gefundenen, wandständigen Kernkörperchen. Die Zellen der Spinalganglien zeigten den Kern als hellen, vollkommen homogenen Hof um das gewöhnlich kuglige Kernkörperchen; letzteres war beim Kaninchen zuweilen eckig oder leicht zackig. Frische Spinalganglienzellen vom Frosche sind nie homogen zu sehen, sondern lassen stets eine feine moleculäre Trübung erkennen. Dieselbe sei leichter, wie bei den von ihm untersuchten Zellen des Rückenmarks, auf eine netzförmige Anordnung der Ganglienzellensubstanz zurückzuführen; die Knotenpunkte der feinen Netzfäden imponiren bei flüchtiger Betrachtung als Körnchen.

Aus dieser chronologisch geordneten Erforschungsgeschichte der Cerebrospinalganglien geht hervor, dass zwar viele Untersuchungen über dieselben ausgeführt sind, aber die Ansichten noch in mancherlei Beziehung aus einander gehen. Im Ganzen war es nicht eben leicht, diese Angaben zusammenzustellen, theils weil viele derselben in Abhandlungen niedergelegt sind, in denen man sie nicht zu finden glaubt und deswegen die Vollständigkeit stets zweifelhaft bleibt, theils auch weil oft, vorzugsweise in den älteren histologischen Schriften, die Cerebrospinalganglien und die sympathischen Ganglien nicht getrennt behandelt worden sind; bei mehreren Verfassern findet man nur generelle Angaben über Ganglienzellen im Allgemeinen. In diesen Fällen haben wir, so oft eine wirkliche Sonderung des Gegenstandes nicht gelang, die betreffenden Angaben in der Geschichte der Spinalganglien sowohl als in derjenigen der sympathischen Ganglien aufgeführt. Zuweilen konnten wir aus den Erläuterungen zu den beigegebenen Abbildungen erkennen, um welche Art von Ganglien es sich handelt.

Der Uebergang der Nervenwurzeln in die Spinalganglien und die allgemeine Anordnung der die letzteren bildenden Theile.

Bei der Beschreibung der Nervenwurzeln des Menschen wurde hervorgehoben, dass die hinteren Wurzeln beim Uebergang in die Ganglien aus mehreren, von besonderen sowohl, wie gemeinsamen Scheidenbildungen umgebenen Stämmchen zusammengesetzt sind. Dieser Uebergang geschieht aber nicht für alle Stämmchen gleichzeitig und an einer bestimmten Stelle. Im Gegentheil findet er nur allmählig statt, so dass man keine eigentliche Grenze zwischen der Wurzel und dem Ganglion ziehen kann. Das erste sichere Zeichen der Ganglienstructur besteht in dem Auftreten kleiner Nester von Ganglienzellen. In dem sehr zellenreichen, oben als präparatorisches Gewebe beschriebenen Bindegewebe erscheinen nämlich, im Allgemeinen nach der Mitte, hie und da aber auch mehr nach den Seiten hin,

[1]) Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd 10. (Neue Folge. Bd 3). 1876. Separ. Abdr.

zwischen den Stämmchen, solche Ganglienzellennester. Wenn man eine Reihe von Querschnitten einer Wurzel und des Ganglion anfertigt, findet man also, von der Rückenmarksseite her gerechnet, zuerst nur die von ihren Scheidenbildungen umfassten und zusammengebundenen Stämmchen. An den folgenden Schnitten tritt dann das präparatorische Gewebe hie und da zwischen den Stämmchen auf. Von den letzteren lösen sich kleine Bündelchen von Nervenfasern ab und durchziehen schief oder gar der Quere nach das Gewebe. Bald sieht man nun auch an den weiter folgenden Schnitten in diesem Gewebe einige grössere etwas gelblich glänzende Körperchen, welche sich bei näherer Betrachtung als Ganglienzellen erweisen. Verfolgt man nun noch weiter die Querschnitte nach aussen hin, so findet man, dass immer zahlreichere derartige Ganglienzellen zwischen den Stämmchen erscheinen. Dabei nimmt gleichzeitig das zellenreiche interstitielle Bindegewebe, in welchem die Ganglienzellen eingebettet liegen, an Masse zu. Von den ins Ganglion eintretenden Nervenfaserstämmchen verlieren die den Ganglienzellenhaufen am nächsten befindlichen immer mehr ihre vorher bestimmtere Beschaffenheit; sie lösen sich in kleinere, obgleich verschieden dicke, Bündel von Nervenfasern auf, welche, gewöhnlich von noch mehrschichtigen Scheiden umgeben, zwischen den Ganglienzellenhaufen ihren Verlauf nehmen. Die übrigen Stämmchen, welche ebenso ihre mehrschichtigen lamellären Scheiden behalten, schliessen sich näher an einander, das lockere Gewebe zwischen ihnen wird immer spärlicher, sie platten sich dabei gegenseitig etwas ab und erscheinen nunmehr als nicht so scharf gesonderte Stämmchen, sondern eher als Bündel eines gemeinsamen Stammes. In die Scheidewände schiebt sich dann auch das zellenreiche interstitielle Bindegewebe hinein. Wenn man nun weitere Querschnitte von den oberflächlicheren Partien des Ganglion anfertigt, findet man die Ganglienzellen, bald nach einer, bald nach der anderen Seite, immer massenhafter. Sie liegen entweder in grösseren Haufen oder in kleineren Nestern zusammen; hie und da findet man nur einige oder sogar einzelne in das Gewebe eingebettet. Bald halten sie sich mehr in der Mitte des Ganglion; bald ziehen sie sich nach einer Seite, selbst bis zur Oberfläche hin. Wo sie massenhafter vorkommen, sind natürlicherweise die Nervenfaserbündel weniger stark vertreten. Die Zahl derselben ist indessen an solchen Stellen reichlich, obwohl sie meistens sehr schmal sind. Die übrigen gröberen Bündel nehmen die von den Ganglienzellen frei gelassenen Partien des Querschnitts ein. Die also immer zahlreicher erscheinenden Ganglienzellen liegen indessen nicht nur in den Zwischenräumen der Bündel, sondern treten sogar hie und da einzeln oder zu mehreren in ihrem Inneren auf, indem sie auch in den schmäleren Scheidewänden zwischen ihre kleineren Abtheilungen eingelagert sind.

Das Gangliengewebe flicht sich also im Ganzen immer mehr zusammen. Ein gelungener, mit Carmin gefärbter Schnitt eines solchen Ganglion bietet in der That ein sehr zierliches Bild dar. Bündelchen von Nervenfasern ziehen in verschiedener Zahl und Richtung zwischen den Ganglienzellennestern, welche in das zellenreiche, interstitielle Bindegewebe eingebettet sind. Die ganze Masse der Ganglienzellen liegt gewöhnlich mehr nach der einen Seite des Ganglion hin und sie stossen hier an die Oberfläche, wo sie oft besonders gedrängt vorhanden sind.

Nach dieser Darstellung vom Uebergang der Nervenwurzeln in die Ganglien sowie von der allgemeinen, gröberen Anordnung der die Ganglien bildenden Gewebstheile werden wir nun auf den feineren Bau derselben eingehen und fangen mit der Beschreibung der Ganglienzellen an.

Der Bau der Cerebrospinalganglienzellen.

Historischer Rückblick.

Um eine klarere Uebersicht der die Ganglienzellen betreffenden verwickelten Fragen zu erhalten, werden wir in einem kürzeren historischen Rückblick jede für sich nach den hauptsächlichsten Angaben der Verfasser darstellen und beginnen mit der eigentlichen Substanz der Ganglienzelle. EHRENBERG, der Entdecker der Ganglienzellen

im Allgemeinen, erwähnt diese Zellen als einer Drüsensubstanz ähnliche Körper. LAUTH bespricht sie als scharf begrenzte Massen einer graulichen, feinkörnig aussehenden Substanz, welche aus einer Ansammlung sehr feiner Kügelchen gebildet zu sein scheint. Nach VALENTIN bestehen »die Kugeln der Belegungsmassen oder der Belegungsformation» aus einem granulösen Parenchyme, dessen sehr kleine Körnchen von einem halbweichen durchsichtigen Bindungsstoffe durchzogen werden. PURKINJE schildert die Substanz der Ganglienkörperchen als härtlich, durchscheinend und aus freier, wahrscheinlich nervöser Punktmasse bestehend. VOLKMANN beschreibt die Ganglienkugeln als sehr regelmässig geformt; gewöhnlich bemerkt man nach ihm am Rande keine doppelte Contour, in welchem Bezuge sie für solid gelten könnten. Er überzeugte sich indessen, dass sie aus einer Schale oder Hülse und einem mehr oder weniger flüssigen Inhalt bestehen; bei stärkerer Vergrösserung erkannte er, dass die Kugeln einen flockigen Stoff, vielleicht gar kleine Kügelchen, enthalten. HENLE hebt ihre röthlichgelbe Farbe, die weiche und der Form der Eindrücke nach wachsartige Consistenz, die Blässe der Contouren und die körnige Beschaffenheit der Oberfläche hervor. Nach HANNOVER ist der Inhalt der Ganglienzellen grobkörniger als der der Hirnzellen. BENDZ beschreibt die Substanz derselben als eine ziemlich grobkörnige, schmutzig gelbe Flüssigkeit. ROBIN erwähnt den Zelleninhalt als eine feinkörnige Masse. BIDDER (und mit ihm REICHERT) bespricht dieselbe als eine mehr oder weniger fein granulirte, zähe Umhüllungsmasse, an welcher mitunter eine äussere, feine Körnchen, öfters auch Pigmentkörnchen enthaltende und eine innere körnchenlose, dem Kern zunächst liegende Partie zu unterscheiden sind. Nach KÖLLIKER ist der Inhalt der Ganglienzellen eine weiche aber zähe, elastische Masse, welche aus einer hellen homogenen Grundmasse und feinen Körnchen besteht; letztere sind in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer Körperchen durch den ganzen Inhalt bis ins Innere verbreitet und in die zähe Grundsubstanz eingebettet. REMAK fand (bei Rochen) an jeder Ganglienkugel eine Fortsetzung der Wand seines Axenschlauches und innerhalb derselben die eigentliche Substanz der Kugel, welche nach Behandlung mit gewissen Reagenzien ein sehr regelmässiges Gefüge zeigte; es liessen sich nämlich zwei Schichten von Fäserchen unterscheiden, eine innere, den Kern concentrisch umgebende und eine äussere nach beiden Polen in den Canal des Axenschlauches hin verlaufende. AXMANN erwähnt die Substanz als markigen Inhalt, welcher im ganz frischen Zustande durchsichtig, zuweilen gelblich mit röthlichem Schimmer, flüssig und deswegen beim Platzen nach allen Seiten zerfliessend; in Folge der schnell eintretenden Gerinnung wird das Mark zäh, körnig und gelblich. Nach STILLING enthält das Parenchym der Ganglienzellen eine fast unentwirrbare Masse von kürzeren und längeren faserähnlichen Theilen resp. feiner oder feinster Elementarröhrchen, und anscheinend körnige Massen der verschiedensten Form und Grösse. FREY erwähnt den Zelleninhalt als eine zähe teigartige Masse mit zahlreichen sehr feinen Molekülen eines Proteinkörpers, zu dem noch Fettmoleküle hinzu kommen. HENSEN betrachtete die Zellen keineswegs immer als solide Klümpchen, sondern an vielen Zellen aus dem Ganglion Gasseri sah er im Protoplasma einen deutlichen, häufig scharf begrenzten Zellenraum mit klarem Inhalt, in welchem der Kern liegt. Nach POLAILLON ist der Inhalt der Kugeln im frischen Zustande hyalin und flüssig, wird aber nach einer oder zwei Stunden fest und körnig. J. ARNOLD fand »die Belegungsmasse» als aus einer mehr oder weniger homogenen Grundsubstanz und Körnern bestehend, die reihenweise gestellt sind und den Eindruck von feinen Fibrillen machen, die netzförmig angeordnet erscheinen; am dichtestem ist nach ihm dies Fadennetz an der Peripherie des Ganglienkörpers. Nach COURVOISIER erscheint im frischen Zustande die Zellsubstanz glänzend, undurchsichtig und homogen, nach einigen Minuten wird sie weniger glänzend und weniger homogen, aber durchsichtiger und fein granulirt. SCHWALBE erkannte in manchen Zellen gegen den Austritt der Nervenfasern hin eine fibrilläre Structur, sowie um den Kern eine concentrische Strichelung. ARNDT stellte eigenthümliche Ansichten über die Zusammensetzung der Substanz der Spinalganglienkörper auf; sie besteht nach ihm aus kleinen weisslich glänzenden, sphäroiden Körperchen, welche durch eine matt grauliche, elastisch dehnbare Substanz verbunden sind und in ihrem Inneren einen zerklüfteten Hohlraum enthalten, der von einem dunklen Kügelchen differenter Substanz eingenommen wird. Die »sphäroiden Körperchen» oder »Elementarkügelchen» liegen gewissermassen eingebettet in ein Protoplasma, und als optischen Ausdruck bekommt man ein feines grauliches Netzwerk zu sehen, das die lichte, aber von dunklen, gewimperten Körperchen durchsetzte Substanz nach allen Richtungen durchzieht. Die Kügelchen liegen im Protoplasma zu Gruppen vereinigt; je drei, vier, sechs und noch mehr der letzteren sind noch von einem Protoplasmamantel umgeben. Nach den Fortsätzen hin und um den Kern herum zeigen die Kügelchen eine mehr gleichmässige Lagerung und lassen Reihenbildungen erkennen, welche in der Nähe des Kerns sehr scharfe Kurven bilden. Die von ihm bei den sympathischen Ganglienzellen beschriebenen »Ellipsoiden» konnte er in den Spinalganglienzellen nicht finden. SCHWALBE endlich sagt bezüglich der Substanz der Spinal-

ganglienzellen vom Frosch, dass sie in frischem Zustande nie homogen erscheinen, sondern stets eine feine moleculäre Trübung zeigen, welche auf eine netzförmige Anordnung zurückzuführen ist; die Knotenpunkte der feinen Netzfäden imponiren bei flüchtiger Betrachtung als Körnchen.

Wenn man also die verschiedenen Ansichten über die Substanz der Spinalganglienzellen zusammenzufassen sucht, findet man, dass die meisten Forscher sie als mehr oder weniger feinkörnig beschreiben, als aus einer entweder zähen oder flüssigen, homogenen Grundmasse mit eingebetteten Körnern bestehend. Diese Körner oder Kügelchen werden von Arndt eingehender und zwar als von eigenthümlicher Gestalt und Anordnung dargestellt. Einige Histologen sehen nun aber die Körnchen als Knotenpuncte feiner Netzfäden an. Von Anderen werden sie als postmortale Bildungen betrachtet, indem sie im frischen Zustande nicht vorhanden sein, sondern mehr oder weniger lange Zeit nach dem Tode erscheinen sollen. Ausserdem sahen Einige in ihr eine innere, von Körnchen nicht eingenommene Zone.

Innerhalb dieser in der einen oder anderen Weise aufgefassten Substanz beschreiben die Forscher erstens den Kern, dann aber auch oft einen Pigmenthaufen als eingebettet. Das Pigment wurde schon früh von Valentin erwähnt. Volkmann sah beim Frosch einen Farbstoff, welcher aus lauter Pünktchen und überaus feinen Kügelchen zu bestehen schien. Henle fand häufig eine Stelle der Oberfläche durch körniges Pigment auffallend gelb oder röthlich gefärbt; beim Frosch war dies immer der Fall. Von einigen Verfassern wird aber dies Pigment nicht erwähnt, von anderen als constanter Bestandtheil der Zellen beschrieben. So z. B. bespricht Kölliker in ihnen eine fast ohne Ausnahme in der Nähe des Kernes liegende und im Alter zunehmende Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern. Endlich äussert Arndt, dass er Pigment nur in den Ganglienkörpern des Menschen und Kaninchens gefunden habe; es besteht das eine Mal mehr aus gelblichen Kügelchen, das andere Mal mehr aus regelmässigen, vielfach verbogenen, wie geschrumpften Schollen und liegt immer am Uebergange der Einstrahlung der Ganglienkörperfortsätze in das Protoplasma des Körpers, also in der Nähe des Kerns.

Der Kern der Ganglienzellen, dessen zuerst von Valentin erwähnt ist, wurde im Allgemeinen als eine bläschenförmige, runde oder ovale, scharf begrenzte Bildung dargestellt. Purkinje beschrieb an ihm eine Hülle. Henle sah zuweilen statt eines Kerns zwei solche Gebilde. Darauf beschrieb Harless an den Ganglienkugeln der Lobi electrici der Zitterrochen Ausläufer vom Kern; er sah nämlich einen Zusammenhang des letzteren mit den eintretenden Nervenfasern. An den Ganglienzellen der spinalen (und sympathischen) Ganglien vom Frosch gelang es dann Lieberkuehn zuweilen die Nervenfasern sogar in den Kern eintreten zu sehen, wobei dieser einer Anschwellung der Faser ähnelte. Kölliker sah den Kern aber nur als ein meist sehr klar hervortretendes kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand und ganz hellem, flüssigem Inhalt. Axmann liess hingegen die helle Scheibe oder den Kern in den Axencylinder übergehen. Gerlach konnte sich von einem solchen Zusammenhang nicht überzeugen. Stilling sah das Parenchym des Kerns aus seinen Elementarröhrchen gebildet. G. Wagener bestätigte wieder die Lieberkühnschen Angaben, indem er vom Kern eine Röhre sich in die Nervenfaser fortsetzen sah. Frommann fand auch vom Kern ausgehende Fortsätze, die röhrige Verlängerungen desselben bildeten; ausserdem sah er im Inneren des Kernes eine Anzahl feiner Fäserchen, welche verschieden weit hinaus zu verfolgen waren. Nach Polaillon ist der Kern im Allgemeinen sphärisch und besitzt eine Membran und einen körnigen Inhalt. Fraentzel konnte wieder nicht selten die Nervenfaser bis zum Kern, aber nie weiter verfolgen. Courvoisier fand den Kern gewöhnlich einzeln, selten doppelt oder zu dreien vorhanden; für die Bläschennatur desselben und die Existenz einer Membran an ihm spräche sein Verhalten gegen Reagenzien; Sternzeichnungen im Kern konnte er nicht sicher nachweisen, er sah aber einige Mal den Axencylinder zum Kern vordringen, ob aber auf Grund einer wirklichen Endigungsweise oder nur einer Einstülpung des Protoplasma konnte er nicht entscheiden. Schwalbe sah keinen directen Zusammenhang zwischen Kern und Nervenfaser. Bidder traf in den Zellen des Ganglion Gasseri nur selten zweifellos zwei Kerne. Auch Stieda konnte von einem Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Kern nichts sehen. Im Allgemeinen ist nach Arndt nur ein Kern, selten zwei oder drei vorhanden; sie liegen excentrisch, sind ausserordentlich dünn und flach, bei scharfer Einstellung einfach contourirt; ihre Substanz scheint solid zu sein; beim Menschen und bei der Taube liess sie hie und da die radiäre Anordnung ihrer Elementarbestandtheile erkennen. Fäden sah er aber nie den Kern durchsetzen. Schwalbe fand bei den Ganglienzellen des Ganglion Gasseri vom Kaninchen und den Spinalganglien des Frosches keine Membran am Kerne und keine wandständige Kernkörperchen wie in den Zellen der Ganglienzellenschicht der Retina.

Das Kernkörperchen des Kerns, welches ebenfalls zuerst von VALENTIN als ein in der Circumferenz des Kerns enthaltener zweiter kleinerer Nucleus erwähnt ist, wurde von HENLE als ein-, zuweilen aber zwei- bis dreifaches rundes, glänzendes Körperchen, von HANNOVER als im Allgemeinen rundlich, selten oval oder unregelmässig, sowie vom Aussehen eines das Licht stärker brechenden Bläschens beschrieben; bei Säugethieren sah der Letztere selten mehr als ein Kernkörperchen im Kern, bei Fischen öfter zwei bis drei; in grösseren Kernkörperchen fand er in der Mitte einen dunklen lochähnlichen Punkt. BENDZ bespricht das Kernkörperchen als im Allgemeinen rund, solid, schmutzig gelb und durchsichtig. Dann sah LIEBERKUEHN (beim Frosch) zuweilen die in die Ganglienzelle eintretende Faser in dem Kern endigen, deren Axencylinder aber sich ins Kernkörperchen fortsetzen. Der Axencylinder gehe dabei entweder nur in den Nucleolus über, oder er laufe durch denselben, oder es seien zwei Nucleoli vorhanden, durch welche beide die Axencylinder gehen; oder auch trete ein Axencylinder in den Nucleolus, während von der entgegengesetzten Seite die Nervenfaser in den Kern eintritt; oder endlich dringe von der einen Seite ein Axencylinder in den Nucleolus, von der anderen eine wahrscheinlich mit Scheide versehene Nervenfaser in die Zelle selbst, wobei aber der Axencylinder bis zum Nucleolus sich fortsetzt. KÖLLIKER äussert, dass der Kern einen oder seltener mehrere dunkle, grosse, hie und da mit einer Höhlung versehene Kernkörperchen enthalte. AXMANN bespricht das Kernkörperchen als »einen, zuweilen auch zwei, dunkle Punkte» an der stärksten Stelle der »hellen Scheibe» (Kern). STILLING sah den Nucleolus centrifugale und centripetale Fortsätze aussenden, sowie deutlich aus drei concentrischen, verschieden gefärbten Schichten bestehen. G. WAGENER bestätigte LIEBERKUEHNS Angaben; vom Kern gehe beim Frosch sowie bei niederen Thieren eine Röhre, vom Kernkörperchen aber ein in dieser Röhre liegender Faden aus. Ebenso schloss sich HENSEN den Angaben LIEBERKUEHNS über den Ausläufer des Kernkörperchens an, obwohl er zugiebt, dass man hier selten vollkommen klar sieht. MAUTHNER sah bei der Schildkröte im Kernkörperchen ein bläschenförmiges Körperchen, welches er mit dem Namen Nucleololus belegte. FROMMANN fand nach Versilberung das Kernkörperchen von einer Anzahl lichter, grösserer oder kleinerer Punkte besetzt. Zwischen den vom Kern entspringenden Fasern waren bis zu sechs Fasern des Kernkörperchens sichtbar. Ausserdem sah er in den vom Kern abgehenden Fasern, die auch LIEBERKUEHN geschildert hatte, einen feinen Faden, der mehrmals in das Kernkörperchen einmündete oder in dessen Nähe verschwand. FRAENTZEL konnte hingegen für den Zusammenhang der Nervenfaser mit dem Kernkörperchen nie beweisende Präparate finden. In dem Kernkörperchen der Ganglienzellen des Ganglion Gasseri sah J. ARNOLD mehrere helle Flecken und die äussere Contour desselben durch Fäden unterbrochen, die an den hellen Stellen in seine Substanz auslaufen; den Kern in radiärer Richtung durchziehend treten sie in die Belegungsmasse ein und lassen sich in derselben eine verschieden weite Strecke verfolgen. COURVOISIER konnte wiederum Sternzeichnungen im Kern und Fortsätze des Nucleolus nicht sicher nachweisen. Ebenso konnten SCHWALBE und STIEDA keinen Zusammenhang zwischen Kernkörperchen und Nervenfaser sehen. BIDDER sah die Kernkörperchen oft zu mehreren in dem Kern vorhanden. ARNDT sah ebenfalls oft mehrere, sogar bis zu 4—6 Kernkörperchen in manchen Kernen; die grösseren enthielten einen Nucleololus. SCHWALBE fand das Kernkörperchen gewöhnlich kuglich, beim Kaninchen aber zuweilen eckig oder leicht zackig.

Die Gestalt der Spinalganglienzellen sowie die Anzahl und Beschaffenheit ihrer Ausläufer ist von den Forschern sehr verschiedenartig dargestellt. Von EHRENBERG wurden diese Zellen als kugelförmig und unregelmässig — anderswo nannte er sie auch »Keulenkörper» und bildete sie in solcher Weise ab —, von LAUTH als rundlich, elliptisch, unregelmässig und scharf begrenzt dargestellt. VALENTIN beschrieb sie als bald rund, oder rundlich, bald länglich, bald von einer Seite abgerundet, an der anderen in einen schwanzförmigen Anhang auslaufend; ein Zusammenhang zwischen den Kugeln und den Nervenfasern ist nach ihm nicht vorhanden. PURKINJE nennt die Ganglienkörperchen kornförmig, theils kuglig, theils rundlich eckig, mit Fortsätzen oder ohne dieselben; über den Zusammenhang mit Nervenfäden konnte er nichts Bestimmtes ermitteln. Nach HENLE sind die Kugeln selten wirklich kugelig, viel häufiger eiförmig, eckig, prismatisch u. s. w., sowie mit breiten und allmählig zugespitzten Fortsätzen, wie Stacheln, von derselben hellen und weichen Substanz wie die Kugeln selbst versehen. Diese Fortsetzungen seien aber nicht Fragmente kernhaltiger Fasern, vielmehr zum Theil zerrissene, die Ganglienkugeln verbindende Commissuren. VOLKMANN sah sie als sehr regelmässig geformt, fast ganz rund, selten etwas oval; nur einmal fand er eine scheinbar gestielte Kugel; es fände sich keine innige Verbindung zwischen Kugeln und Nervenfasern. REMAK suchte zuerst Nervenfasern mit den Ganglienkugeln direkt zu verbinden; er liess nämlich die organischen Fasern von ihrer Substanz auslaufen, theils in Bündeln von verschiedener Dicke, welche Primitivfasern nicht unähnlich seien,

aber deutlich aus sehr feinen, nicht röhrigen Fibrillen beständen, theils auch von mehreren Stellen der Ganglienkugel als sehr feine Fasern, welche in organische übergehen. Die röhrigen Nervenfasern stehen aber in keinem näheren Verhältniss zu den Kugeln, gehen nur zwischen ihnen hindurch. Die Verbindung der Kugeln mit den organischen Fasern wurde dann von VALENTIN ganz geleugnet; die Fasern bilden nur Scheiden um die Kugeln. HELMHOLTZ sah dagegen bei Evertebraten die Ausläufer der Ganglienkugeln in Nervenfasern übergehen. HANNOVER fand die Gestalt der Ganglienzellen gewöhnlich rund oder oval, nur selten einen schwanzförmigen Ausläufer besitzend; von den Zellen gehen nach ihm vegetative (organische) Nervenfasern, oft zu mehreren, aus. KÖLLIKER sah in den Spinalganglien des Frosches neben fortsatzlosen Ganglienkugeln eine Menge unipolarer, welche dunkle Contouren bekommen und zu einer feinen Nervenfaser werden. BENDZ beschrieb die Gestalt der Zellen als sehr wechselnd, im Allgemeinen rundlich, oft mehr oder weniger länglich, nicht selten mit schmalen zugespitzten Verlängerungen versehen, welche sich zuweilen in eine Nervenfaser fortsetzen. ROBIN unterschied (bei Rochen) zwei verschiedene Arten von Ganglienkugeln, nämlich grosse, kuglige, welche nach zwei entgegengesetzten Richtnngen hin mit breiten Nervenröhren in Verbindung stehen, und kleine, eiförmige, die ebenfalls nach zwei entgegengesetzten Polen hin zwei schmale Nervenfasern in ihre Höhle aufnehmen; bei anderen Wirbelthieren schien ihm dieselbe Structur zu existiren. RUDOLPH WAGNER kam ungefähr gleichzeitig zu Resultaten, welche in Betreff der Bipolarität der Zellen mit den Ansichten ROBINS übereinstimmten; er hielt es für wahrscheinlich, dass dieselben Verhältnisse auch bei anderen Wirbelthieren obwalten. Er war zuerst nicht geneigt, die Robinsche Eintheilung der Ganglienzellen in zwei Classen anzunehmen, später schien er dieselbe nicht zu verwerfen. An der Innenfläche der Zellenhülle erwähnt er eine Schicht runder kernführender Zellen. BIDDER (und REICHERT) kam auch fast gleichzeitig durch Untersuchungen an Fischen zu übereinstimmenden Resultaten: die Ganglienzellen liegen in einer Erweiterung der Nervenscheide und unterbrechen die Nervenfasern in ihrem Verlaufe, indem sie in deren flüssigen Nerveninhalt eingebettet seien; die Zellen stehen also zwar nach zwei Seiten hin (bipolar) mit breiten Nervenfasern in Verbindung, aber nicht ganz direkt, weil nach BIDDER der Axencylinder der Nervenfasern eine künstliche Bildung sei. Bei anderen Wirbelthierklassen schienen dieselben Verhältnisse vorhanden zu sein. VOLKMANN schloss sich BIDDER an, glaubte aber, dass auch unipolare Kugeln vorkämen. Dann bestätigte ROBIN durch Untersuchungen bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren seine früheren Angaben. Auch DONDERS und HARTING fanden die Ganglienkugeln meistens bipolar. Nach LIEBERKUEHN besitzen die Ganglienzellen der fraglichen Ganglien nur einen Ausläufer, der das Aussehen einer Nervenfaser hat. Nach STANNIUS ist die Existenz unipolarer Ganglienkörper, wenigstens bei Fischen, zweifelhaft, indem der eine Fortsatz abgerissen sei. Die Körper sind nach ihm bipolar, nicht nur in den Trigeminus- und Vagusganglien, sondern auch in den Spinalganglien. KÖLLIKER blieb seiner Ansicht vom Vorkommen unipolarer und apolarer Ganglienkugeln treu. Von weitaus den meisten Zellen gehen nämlich beim Menschen und bei den Säugethieren einfache Fortsätze aus, von welchen jeder als eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzt. LEYDIG sah im Ganglion trigemini bei der Chimæra nur bipolare Ganglienkörper. REMAK fand bei Rochen die Wand des von ihm nunmehr als schlauchförmig beschriebenen Axencylinders sich an der Ganglienkugel fortsetzen; innerhalb dieser Fortsetzung findet sich die Zellensubstanz. Nach AXMANN sind die Ganglienkugeln oft ohne alle, häufig mit einem, seltener mit zwei in Nervenprimitivröhren auslaufenden Fortsätzen versehen. Dann sah REMAK von der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln überall feine gangliöse Fasern ausgehen, welche sich an einem Pole zu Bündeln vereinigen, nachdem sie eine die Kugel einhüllende dicke Kapsel gebildet haben; wenn ausserdem eine oder zwei stärkere Fasern ausgehen, werden sie von den gangliösen Bündeln umschlossen. Bald danach gab aber REMAK an, dass in den Spinalganglien multipolare Zellen nicht vorkommen, sondern nur bipolare; unipolar erscheinen sie häufig, wenn die beiden Fortsätze dicht neben einander die Zelle verlassen. RUDOLPH WAGNER vertheidigte wieder die Bipolarität der fraglichen Ganglienzellen. Beim Kinde sah GERLACH einen grossen Theil der Ganglienzellen unipolar, aber auch, obgleich selten, bipolar sich verhalten. Dann hob LEYDIG hervor, dass sowohl unipolare als bipolare Ganglienzellen vorhanden sind; sie erscheinen aber unipolar dadurch, dass die beiden Fortsätze neben einander entspringen oder der eine Fortsatz sich bald theilt. Nach FREY finden sich vereinzelte bipolare, häufiger aber unipolare Ganglienzellen. POLAILLON schloss sich im Allgemeinen ROBIN an; er will zwar nicht absolut die unipolaren Ganglienzellen läugnen, sondern nur die apolaren; er ist aber überzeugt, dass alle zwei oder mehrere Pole besitzen. Nach KÖLLIKERS späterer Mittheilung stehen die Ganglienkugeln durch einen, zuweilen durch zwei und sehr selten noch mehrere Fortsätze mit Nervenfasern in Verbindung; es finden sich nämlich sehr zahlreiche unipolare, seltener bipolare, ja selbst drei- und vierstrahlige Zellen. Ob apolare vorhanden sind, konnte er noch nicht entscheiden. Die entspringenden Nervenfasern bilden Windungen um die Zellen.

Fraentzel konnte sich nie überzeugen, dass mehr als eine Nervenfaser in eine Ganglienzelle trat. Spiralfasern von der Art wie bei den sympathischen Ganglienzellen fand er auch an den Spinalganglienzellen, aber keine Beweise für ihre nervose Natur; nie sah er diese Fasern in eine dem von J. Arnold und Courvoisier bei sympathischen Zellen beschriebenen Fadennetz ähnliche Bildung übergehen. J. Arnold traf immer wenigstens einen Fortsatz; ausser diesem nach ihm dem Axencylinderfortsatz ohne Zweifel entsprechenden fand er häufig einen zweiten schmäleren, blassen, welcher nicht selten um den ersteren Spiraltouren machte. Nach Courvoisier sind die Ganglienkörper entschieden unipolar; der Fortsatz ist immer eine dunkelrandige Nervenröhre. Von apolaren Zellen erkannte er eine Art verkümmerter oder noch unentwickelter, welche innerhalb der Kapsel der unipolaren Zellen liegen; er nannte sie »Beizellen». Schwalbe fand bei Säugethieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien die Spinalganglienzellen unipolar; nur zwei Mal sah er Zellen mit zwei Fortsätzen; beim Frosch geht das Nervenmark bis dicht an die Zellensubstanz; es findet sich bei den Säugern kein Fasernetz und keine Spiralfasern. Bidder hat in den cerebrospinalen Ganglien öfters entgegengesetzt bipolare Zellen gefunden, wogegen Stieda in den Spinalganglien nur unipolare Zellen sah. Von spiraligen Fasern sah er nichts; dicht hinter den Nervenzellen beginnt das Mark. Wir fanden bei Säugethieren sowohl als bei Batrachiern nie mehr als einen wirklichen Zellenausläufer von den Ganglienzellen der Spinalganglien ausgehend; dieser ist oft recht grob und kann bisweilen ziemlich weit verfolgt werden. Nach Schmidt besitzen die Ganglienzellen einen gröberen Fortsatz, welcher zu einer markhaltigen Nervenfaser wird, und zahlreiche feinere, welche in der Hülle der Ganglienzellen ein Netzwerk bilden, von dem ein Theil Verbindungen mit den angrenzenden Ganglienzellenkapseln eingeht. Nach Robin giebt es in den Nerven Zellen, die mit einer centralen und mit zwei oder gar drei peripherisch laufenden Nervenröhren in Verbindung stehen; dies findet im Vagus statt. Er bildet beim Menschen von diesem Nerven eine Zelle mit drei Ausläufern und aus einem Spinalganglion eine einseitig bipolare Zelle ab. Nach Arndt sind die Spinalganglienkörper bei allen Thierclassen zum wenigsten bipolar; er glaubt aber, dass unter ihnen auch manche multipolare vorhanden sind, welche neben zwei stärkeren, sehr bald bemerkbaren Fortsätzen noch eine Anzahl feinerer aussenden; diese letzteren stellen die Verbindung mit anderen Körpern her. Ob es wirklich unipolare giebt, lässt er dahin gestellt sein. In seiner Kapsel erhalten, lässt fast jeder wohl entwickelte Körper wenigstens zwei Fortsätze erkennen; sie entspringen gewöhnlich sehr nahe an einander von einer der Flächen des geplatteten scheibenförmigen Körpers. Sie sind entweder beide markhaltig oder beide marklos, oder der eine markhaltig, der andere marklos. Apolare Körper kommen vor und sind als eine Bildungshemmung oder Verkümmerung zu betrachten. Die spinalen Ganglienkörper dürften der Regel nach aus einer Zelle sich entwickeln, bisweilen aber auch aus mehreren.

Betreffs der äusseren Gestalt der Ganglienzellen geben somit die meisten Verfasser an, dass sie sphärisch oder oval sind; einige halten sie für scheibenförmig abgeplattet. Ihre Grösse wird als wechselnd beschrieben. Einige nehmen nur zwei Classen an, grosse und kleine; Andere erkennen auch mancherlei Zwischenformen. Wenn man aber die Angaben über die Zahl der Ausläufer kurz zusammenfasst, stehen sehr verschiedene Ansichten einander gegenüber. Einige Forscher erkennen sowohl apolare als unipolare, bipolare und multipolare Zellen. Andere nehmen nur unipolare, Andere wieder nur bipolare in dem einen oder anderen Sinne an u. s. w. Der letzte Bearbeiter des Gegenstandes, Arndt, schliesst sich der Ansicht von der bipolaren Beschaffenheit, aber nicht der entgegengesetzt sondern der mehr einseitig bipolaren, an. Im Allgemeinen scheint es uns, besonders in Betreff dieser wichtigen Frage von den Ausläufern, dass man zu wenig die Verschiedenheiten, welche bei verschiedenen Thierclassen vorhanden sein könnten, aus einander gehalten, sondern zu schnell von einer auf die andere Art Schlüsse gezogen hat.

Es bleibt uns übrig, einen Rückblick auf die Angaben der Forscher rücksichtlich der Membran und der Kapsel der Spinalganglienzellen zu werfen. Von den älteren Histologen wurde im Allgemeinen in Uebereinstimmung mit den geltenden Ansichten über die Structur der Zellen eine Membran auch diesen Zellen zugeschrieben. Sie wurde z. B. von Schwann sowohl innen wie aussen als scharf begrenzt geschildert. Kölliker äusserte in seiner »Mikroskopische Anatomie», dass jede Nervenzelle als äussere Bekleidung eine leicht nachweisbare, zarte, structurlose Membran besitzt. Ebenso Gerlach. Bidder bemerkte zwar schon früher, dass durch kein Mittel die Anwesenheit einer Membran sich nachweisen lässt, er giebt aber zu, dass die Zellen in ihrer normalen Lage eine solche Membran besitzen können. Von einigen Histologen wurde keine eigene Zellenmembran erwähnt und von Max Schultze wurde sie dann ganz in Abrede gestellt. Nunmehr hat sie wohl keinen Vertheidiger mehr. Hie und da scheint man diese angenommene Zellenmembran mit der vorhandenen Kapsel der Zellen vermischt zu haben. Schon Valentin in seiner ersten Monographie erwähnt die Kapsel als eine äussere, mehr oder minder feine, zellgewebige Hülle. Nach Purkinje haben

die Ganglienkörperchen der Ganglien eigene zellige oder gar fasrige Hüllen. Dann sah VOLKMANN eine Hülse an den Zellen. HENLE sah Ganglienkugeln in eine besondere Hülle eingeschlossen, in welcher kleine runde Zellenkerne liegen. VALENTIN glaubte dann angeben zu können, dass die von ihm erwähnte Scheide der Ganglienkugeln mit den von REMAK beschriebenen organischen Fasern identisch ist. Die Scheiden, welche die Ganglienkugeln rings umgeben, bestehen aus vielen übereinander gelagerten Lamellen von Fasern; auf ihrer Oberfläche besitzen sie eine dünne Schicht runder körniger Pflasterkugeln; unter diesen befinde sich eine Lage von Zellenfasern, deren Kerne länglich seien; den Hauptbestandtheil der Scheiden bilden concentrische Lagen von sehr feinen cylindrischen Fäden. Nach HANNOVER besitzen die Ganglienzellen eine aus kleinen (vielleicht sechseckigen) Tafeln zusammengesetzte Membran. BENDZ erwähnt an ihnen eine kernführende bindegewebartige Bekleidung. ROBIN beschrieb an seinen Ganglienkugeln eine Schicht kernloser runder Zellen, welche der Innenfläche der der Axe der Kugel parallelfasrigen Bindegewebshülle anhaften. Diese Hülle setze sich an den abgehenden Röhren fort. An der Innenfläche der amorphen Membran der kleineren Ganglienkugeln sah er eine Schicht kernführender Zellen. Nach BIDDER liegen in den Wurzelganglien des Trigeminus und Vagus bei Fischen (und anderen Wirbelthieren) die Ganglienkörper im Verlaufe der Nervenfaser innerhalb einer entsprechenden Erweiterung der primitiven Nervenscheide und füllen diese in ungezerrtem Zustande vollständig aus. Die Hüllen sind normaler Weise kernlose Membranen. Dann sagt ROBIN, dass die Wand der Kugeln bei verschiedenen Thieren von verschiedener Dicke und mit eiförmigen oder polygonalen, länglichen Kernen bestreut ist; nur bei Plagiostomen ist die Wand der Kugeln an ihrer Innenfläche mit Zellen bekleidet. KÖLLIKER erwähnt an den Kugeln eine äussere Scheide von Bindegewebe mit eingestreuten Kernen; diese Scheide sei in der That ein das ganze Ganglion durchziehendes System kleiner Scheidewände, welche nur selten als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln auftreten; sie senden auch Scheidenfortsätze mit den Zellenausläufern, welche diese verlieren, wenn sie sich dem austretenden Nervenstramm anlegen. Nach AXMANN ist die Membran in der Regel ohne wahrnehmbare Structur und nur zuweilen mit kleinen, platten, eckigen oder rundlichen Kernen besetzt; sie geht in die Scheide der Nervenröhre über. Nach REMAK besteht die Scheide der Ganglienzellen aus einer weichen Zellenschicht und einer festen Membran. Nach GERLACH besitzen viele Ganglienzellen ausser ihrer structurlosen Hülle noch eine Scheide aus zartem Bindegewebe, an deren Innenseite man häufig rundliche Kerne bemerkt. Auch STILLING hielt die Hülle der Nervenzellen für aus kleinen Röhrchen zusammengesetzt. LEYDIG sah die homogene Hülle der Nervenfaser continuirlich in die der Ganglienkugel übergehen, wobei die deutlich nach innen gelagerten Kerne so zahlreich werden, dass man an ein Epithel denken könnte. Nach POLAILLON ist die Hülle homogen und mit platten, triangulären oder rundlichen Kernen besetzt. Nach FRAENTZEL liegen die Ganglienzellen in besonderen, verschieden dicken Hüllen oder Kapseln, die nicht selten streifig erscheinen und mehr oder weniger reichliche elliptische Kerne enthalten. Diese Kapseln, welche Fortsetzungen der Nervenscheiden darstellen, seien gegen das Stroma abgegrenzt und lassen sich isoliren. Die Kapseln seien von einem unregelmässig polygonalen, grosskernigen, einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet, dessen Grenzen durch Versilberung hervortreten. Nach KÖLLIKER besitzen die Ganglienzellen eine Hülle, welche aus einer gleichartigen kernführenden Substanz zu bestehen scheint, aber aus kleinen epithelartigen Zellen zusammengesetzt ist; die Fortsätze der Ganglienzellen sind mit einer Fortsetzung dieser kernführenden Hülle versehen. Nach J. ARNOLD besteht die Kapsel der Ganglienzellen des Ganglion Gasseri in den früheren Perioden aus kernführenden, polygonalen Zellen, in den späteren aus lichten Blättchen, die durch Metamorphose aus den ersteren hervorgehen; sie sei also eine bindegewebige, aus Zellen oder Blättchen aufgebaute, kernhaltige oder vollkommen homogene Haut, die continuirlich mit dem benachbarten Stützgewebe zusammenhängt; eine äussere Membran sei an der Zellenkapsel nicht vorhanden. COURVOISIER fand beim Frosch kein Plattenepithel an der Innenseite der bindegewebigen, concentrisch geschichteten Kapsel, aber gegen den Fortsatz der Zelle hin kernähnliche Gebilde, welche er Polarkerne nannte. Nach MAX SCHULTZE liegen die Zellen in kernhaltigen Kapseln, welche Fortsetzungen der Schwannschen Scheiden sind. Die Scheide besteht nach SCHWALBE aus endothelialen Plättchen, die eine Grenzschicht des angrenzenden Bindegewebes bilden. Nach HENLE und MERKEL liegen die Nervenzellen der Spinalganglien frei in Hohlräumen, deren Wand zahlreiche, den Körnern des Gehirns ähnliche Körperchen enthält; die von der Wand nach innen vorspringenden Kerne seien von einem zarten Saume überzogen; doch meinten sie auch freie Kerne hier wahrgenommen zu haben. Nach STIEDA ist die die Innenseite der bindegewebigen Kapsel bekleidende Zellenschicht kein Epithel, sondern eine Form der zelligen Bindesubstanz; bei Fröschen fand er in den Kapseln nur spärliche Zellen oder Kerne. Wir beschrieben dann die Kapseln und die ihre Innenseite bekleidende Lage protoplasmatischer, kernführender Zellen; bisweilen sieht man das Protoplasma dieser Zellen Ausläufer aussenden,

welche zur Oberfläche der Ganglienzelle gehen; sie können ein Kunstprodukt sein, durch Schrumpfung der Ganglienzelle entstanden. Die Kapsel giebt eine Scheide zum austretenden Ausläufer resp. zur Nervenfaser ab. ROBIN beschrieb die »Wandung« der Ganglienzellen als homogen, feinkörnig, streifig, gleichsam fibroid, aber nicht fibrös, mit Kernen in ihrer Substanz versehen; sie hängt mit der Nervenröhrenscheide zusammen. Die Kapsel der Ganglienkörper ist nach ARNDT bald mehr kernreich, bald mehr kernarm; es handelt sich dabei um Verschiedenheiten der Entwicklung derselben. Die Kerne sind länglich oder rund; sie bilden hier eine einfache, dort eine mehrfache Lage; im ersteren Falle sind sie rund, im letzteren liegen runde Kerne immer zu innerst, längliche zu äusserst. Die Kerne können verschiedenartig vertheilt, gehäuft oder zerstreut liegen; die dichteste Anhäufung ist am Abgange der Zellenfortsätze vorhanden. Die Kapsel zeigt zuweilen sogar deutlich fibrillären Charakter. Wo Ganglienzellen in Gruppen liegen, sind diese oft von einer Capsula vaginalis communis umgeben.

Histologische Beschreibung.

Die Cerebrospinalganglienzellen des Menschen.

Nach diesem Rückblick auf die bisher geäusserten Ansichten in Betreff des Baues der Ganglienzellen der cerebrospinalen Ganglien gehen wir zur näheren Darlegung der Ergebnisse unserer eigenen Untersuchungen über diesen Gegenstand über und beginnen mit der Beschreibung der spinalen Ganglienzellen des Menschen. Da man dieselben nicht gleich nach dem Tode erhalten kann, werden wir von ihnen keine Schlüsse auf ihre Beschaffenheit im frischen Zustande ziehen.

Wenn man die Spinalganglien des Menschen in verschiedenen Flüssigkeiten erhärtet, resp. macerirt, findet man zwar hie und da einzelne Variationen ihres feineren Baues; im Ganzen lassen sich aber letztere ohne besondere Schwierigkeit auf einen Grundtypus zurückführen. Wir behandelten die Ganglien nach folgenden verschiedenen Methoden: Einlegen in starke oder schwache Ueberosmiumsäure, Stichinjection mit dieser Säure, Einlegen in Chromsäure- und Chroms. Kali-Lösungen verschiedener Stärke (besonders in die Müllersche Lösung), Einlegen in Chloroform sowie Stichinjectionen mit demselben, Vergoldung, Versilberung, Einlegen in Holzessig, Behandlung mit verdünnter Essigsäure, ferner Behandlung des sog. frischen Gewebes mit saurer Carminlösung sowie mit neutraler (durch Abdunstung des Ammoniaks bis zum Niederschlag bereitet) und mit der Bealeschen Carminlösung. Zur Färbung der in verschiedener Weise erhärteten Präparate dienten ausser der rothen Anilinlösung besonders die erwähnten Carminlösungen. Wir fanden, dass auch die mit Ueberosmiumsäure erhärteten Präparate durch die Bealesche Flüssigkeit sehr schön gefärbt werden können, wenn man dieselben nur bald nach dem Erhärten (nicht wohl später als ein Paar Stunden) in die Carminlösung bringt; sie müssen darin 1—2 Tage gelassen werden. In dieser Weise erhielten wir oft sehr schöne Präparate, und diese Methode ist für die Untersuchung nicht nur der Ganglien sondern auch der meisten Gewebe eine der besten, nach welcher wir gearbeitet haben. Für das Eindringen der Ueberosmiumsäure in das Gangliengewebe ist die Stichinjection sehr empfehlenswerth; durch sie wird besonders ein Isoliren der einzelnen Bestandtheile mit Beibehalten ihrer natürlichen Lage zu einander in sehr gelungener Weise bewerkstelligt. Stichinjectionen mit Chloroform erwiesen sich für das Studium der Gestalt der Grundsubstanz der Ganglienzellen von grossem Nutzen. Die besten Methoden für die Erforschung der Ganglienstructur sind mithin nach unserer Ansicht theils die gewöhnliche Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol, theils diejenige mit Chloroform und dann mit Müllerscher Lösung und Alkohol, theils die Stichinjection von Ueberosmiumsäure, theils endlich das Einlegen der frischen Ganglien in die verschiedenen Carminlösungen. Es scheint uns angemessen, hier nicht, wie wir sonst gewöhnlich gethan, die Untersuchung mittelst jeder Methode besonders zu besprechen, weil dies zu weit führen würde, sondern ein Gesammtbild unserer Ergebnisse vorzuführen.

Die Zellensubstanz, welche ohne Reagenzien, 12—24 Stunden nach dem Tode untersucht, ein matt glänzendes, schwach körniges Aussehen hat und von festweicher zäher Beschaffenheit ist, zeigt nach Behandlung mit den verschiedenen Reagenzien, besonders mit Ueberosmiumsäure und chromsaurem Kali, ihre Zusammensetzung aus Körnchen deutlicher. Man sieht dann, vorzugsweise an dünnen Randpartien und abgerissenen Theilen, dass die kleinen rundlichen oder ovalen Körnchen in sehr reichlicher Zahl in eine homogene helle Substanz eingebettet liegen. Diese Körnchen sind stark lichtbrechend und geben, besonders wenn nicht scharf in den Focus eingestellt, undeutliche, kreisförmige Zeichnungen in ihrer Peripherie. Durch solche optische Täuschungen erscheint es, als ob sie in ihrem Inneren einen dunkleren Körper enthalten und, weil die Körnchen so dicht an und über einander liegen, hat es den Anschein, als ob von ihrem Rande Ausläufer ausgehen; bei scharfer Einstellung sahen wir aber mit den stärksten uns zugänglichen Vergrösserungen nie einen solchen Bau der Körnchen. Wir können uns deswegen der Arndtschen Darstellung nicht anschliessen. Ebenso wenig sehen wir, wie einige Forscher, in diesen Körnchen nur optische Durchschnitte von Fäden, welche die Zellensubstanz in den verschiedensten Richtungen durchziehen sollen; hie und da scheint es zwar, besonders nach gewissen Behandlungsmethoden, als ob die Körnchen zu Reihen angeordnet seien; ob dies die Folge einer wirklichen Anordnung ist, lassen wir dahin gestellt, umsomehr als man in den meisten Fällen nichts davon sieht und es von einer Täuschung herrühren kann. Nach Erhärtung in Chromsäurelösungen und dergl. sieht man, wie bekannt, oft in der Substanz concentrische Streifen, welche zuweilen auf entsprechende Structurverhältnisse gedeutet worden sind. Unserer Ansicht nach sind aber in den Spinalganglien des Menschen diese Streifen nur scheinbar oder durch die Reagenzien (Schrumpfung und dergl.) enstandene Kunstproducte. Eine andere Frage ist aber die, ob sonstige Verschiedenheiten in der Anordnung, der Beschaffenheit oder Grösse der Körnchen vorhanden sind. Bei genauem Betrachten der fraglichen Substanz und einer gewissen Einstellung fallen einige Körnchen durch einen schärferen dunkleren Glanz auf, während die übrigen heller und undeutlicher hervortreten. Bei veränderter Einstellung des Mikroskops ändert sich das Aussehen jener Körnchen, indem sie das der letzteren annehmen, während einige von diesen wiederum den Charakter jener bekommen. Es erhellt also aus dieser Beobachtung, dass die scharf und dunkel hervortretenden Körnchen die genauer in den Focus eingestellten, die hellen, schwach und undeutlich aussehenden dagegen die weiter vom Focus abliegenden sind. Eine wirkliche Verschiedenheit an Grösse oder sonstiger Beschaffenheit konnten wir nicht feststellen. Sie sind so klein, dass sie an der Grenze der Messbarkeit stehen. Auch in Betreff der Anordnung beobachteten wir nie wirkliche Verschiedenheiten unter den Körnchen. Immer schienen uns dieselben, obwohl sehr reichlich, so doch ziemlich regelmässig und in gleicher Weise in der homogenen Substanz zerstreut; sie waren in der Mitte nicht reichlicher als am Rande vorhanden; ebenso wenig fand sich am letzteren eine Verdichtungsschicht u. s. w. Natürlicherweise schliessen wir uns ganz der nunmehr allgemein angenommenen Ansicht an, dass keine Zellenmembran die Ganglienzellensubstanz umgiebt und sie nach aussen hin abschliesst; die Bilder, welche durch eine Doppelcontour auf eine solche Membran hindeuten könnten, sind nur die Folge einer optischen Täuschung; es ist jene glänzende, breite, nicht scharfe Contour, die man immer an der Wölbung einer stärker brechenden gerundeten Substanz findet. Eine wirkliche Farbe kann man an den beschriebenen Körnchen ebenso wenig wie an der homogenen Zwischensubstanz erkennen. Die Körnchen können zwar etwas, wenn auch nur sehr schwach gelblich erscheinen, doch möchte dies nicht von einer wirklichen Farbe herrühren. Durch Ueberosmiumsäure werden die Körnchen, sowie, obwohl schwächer, die Zwischensubstanz etwas dunkler; jene sind aber keineswegs Fettkörnchen; dagegen spricht ihre ganze Beschaffenheit und ausserdem ihr Verhalten gegen Chloroform und Aether, durch welche sie nicht aufgelöst werden. Durch rothes Anilin wird die ganze Zellensubstanz mehr oder weniger stark roth gefärbt; durch Goldchlorid wird sie violett. Ausser der homogenen Zwischensubstanz und den Körnchen findet man in der Zellensubstanz, welche offenbar nichts Anderes als eine Art Protoplasma ist, zuweilen nach Behandlung mit gewissen Reagenzien (z. B. mit schwacher Ueberosmiumsäure und dann mit Wasser u. s. w.) Häufchen heller Bläschen, welche vacuolartige Gebilde zu sein scheinen; sie sind unserer Ansicht nach durch die Einwirkung der Reagenzien entstanden. Sonst findet man in der Zellensubstanz keine Spur von fadenartigen Bildungen oder dergl. Nach starkem Erhärten der Zellensubstanz, z. B. nach Behandlung mit starker Ueberosmiumsäure, entstehen oft Risse und Spalten, so dass die Substanz in mehrere Partien sich theilt. Zuweilen erscheinen diese Spalten als Fadennetze. Wenn ein Riss bis zum Kern verläuft, kann er sogar das Aussehen eines Faserausläufers erhalten. In der beschriebenen Zellensubstanz liegt nun der Haufen von Pigmentkörnchen. Er ist von sehr wechselnder Ausbreitung und Grösse. Gewöhnlich bildet er eine compaktere Ansammlung, welche mit ziemlich bestimmter Grenze an der einen Seite der Ganglienzelle liegt; zuweilen finden sich die Körnchen über eine

weitere Strecke der Zelle zerstreut; auch kommt es vor, dass sie zu zwei mehr oder weniger bestimmten Haufen angeordnet sind. Bald liegt die Ansammlung in der Nähe des Kerns, bald entfernter von ihm, erstreckt sich aber im Allgemeinen bis an die Oberfläche der Zellensubstanz. Die Pigmentkörnchen sind rundlich oder oval, stark lichtbrechend und glänzend, von bräungelber Farbe und etwas wechselnder Grösse, indem sie bei einigen Zellen grösser, bei anderen kleiner sind; immer sind sie aber grösser als die Körnchen der Zellensubstanz. Sie sind in verschiedener Anzahl vorhanden, indem sie bald grössere bald kleinere Haufen bilden, bald nur mehr einzeln oder in geringer Menge vorhanden sind.

In die Zellensubstanz liegt ferner der Kern, bald mehr central, bald mehr peripherisch, eingebettet. Er ist von wechselnder Grösse, indem er bei den grösseren Ganglienzellen im Allgemeinen einen bedeutenderen Umfang hat als bei kleineren; ein ganz bestimmtes Grössenverhältniss findet aber zwischen dem Kern und der Zelle nicht statt. Ohne Anwendung von Reagenzien und Erhärtung erscheint der Kern ganz hell und ungefärbt, durchsichtig und homogen, sowie von scharfer Begrenzung, aber ohne dass man eine umgebende Membran wahrnehmen könnte. So erscheint er auch in der Regel nach der Erhärtung. Durch Ueberosmiumsäure wird er etwas dunkler. Durch einige Reagenzien, besonders Chromsäure und Essigsäure, entsteht in ihm eine Differenzirung, so dass Körnchen und fadenähnliche Bildungen hervortreten; diese sind aber nur künstlich entstanden. Nach unserer Meinung ist die Substanz des Kerns nicht wahrhaft flüssig, sondern mehr festweich; durch Ziehen der Zelle bei der Präparation sieht man ihn deswegen hie und da seine Gestalt etwas ändern, so dass kurze künstlich entstandene Ausläufer von ihm abgehen. Die natürliche Gestalt des Kerns ist die einer an zwei Polen ein wenig ausgezogenen Kugel. Er erscheint mithin rund oder rundlich oval. Er ist im Allgemeinen nur wenig abgeplattet, selten, und wie es scheint nur durch die Präparation (Schrumpfung u. d.), ganz flach, scheibenförmig. Gegen das Zellenprotoplasma ist er immer scharf abgegrenzt. Er sendet in dasselbe keine andere Ausläufer hinein als die eben erwähnten künstlich entstandenen; die körnige Substanz des Zellenprotoplasma liegt ihm ganz dicht an, ohne einen besonderen, hellen, körnchenfreien Hof zu zeigen. Wenn, wie es in erhärteten Präparaten hie und da geschieht, der Kern aus einer etwas verstümmelten Zelle herausfällt, bleibt ein der Gestalt des Kerns entsprechender, schalenförmiger Hohlraum zurück. Auch an Kernen, welche aus ihren Zellen gefallen sind, sieht man nie eine Membran, nur bei nicht ganz scharfer Einstellung eine breite etwas dunkle Contour. In den menschlichen Spinalganglienzellen fanden wir stets nur einen Kern.

Im Kern liegt, wie bekannt, entweder ganz central oder auch etwas peripherisch das Kernkörperchen. Es ist ein kugliges Gebilde, welches das Licht stark bricht, einen ausgesprochenen Glanz besitzt und, schon ohne Reagenzien untersucht, eine schwache, gelblich- oder grünlich-graue Farbe zeigt. Im Allgemeinen scheint es homogen zu sein; nur hie und da sieht man in seiner Substanz kleine dunkle Gebilde von verschiedener Anzahl und Grösse, welche den sogenannten Nucleololi entsprechen. Ob diese im frischen Zustande vorkommen oder nur nach dem Tode durch eine Differenzirung der Substanz entstehen, ist zweifelhaft (S. unten). Auch am Kernkörperchen ist keine Membran vorhanden; seine Begrenzung gegen die Kernsubstanz ist scharf, aber seine Contour ist auf Grund seiner kugligen Gestalt und starker Lichtbrechung breit und dunkel; bei ganz scharfer Einstellung seines Mittelplans sieht man keine Doppelcontour an seinem Rande. Vom Kernkörperchen gehen nie Ausläufer, weder in die Substanz des Kerns, noch gar ins Protoplasma der Zelle u. s. w. In den menschlichen Spinalganglienzellen sahen wir nur ein Kernkörperchen.

Beim Messen einer Reihe von Spinalganglienzellen fanden wir einen Wechsel in der Grösse derselben (innerhalb der Kapseln gemessen) zwischen 0.018 und 0.08 Mm. Als Mittelmass könnte man für den grössten Durchmesser 0.050—0.065 Mm. angeben. Der Durchmesser des Kerns schwankt zwischen 0.007 und 0.0016 Mm.; im Mittel beträgt er 0.0011—0.0014 Mm. Das Kernkörperchen misst 0.0016—0.008 Mm. oder im Mittel 0.004 Mm. Als bezeichnend für das gegenseitige Grössenverhältniss zwischen der Zelle, dem Kern und dem Kernkörperchen mögen folgende Messungen einiger verschieden grosser Zellen dienen:

Zelle.	Kern.	Kernkörperchen.
0.024.	0.0112.	0.0016.
0.0288.	0.0112.	0.0016.
0.0288.	0.008.	0.0024.
0.0352.	0.0128.	0.0032.
0.04.	0.0112.	0.0024.
0.048.	0.0144.	0.0024.

Zelle.	Kern.	Kernkörperchen.
0.048.	0.0112.	0.004.
0.056.	0.0128.	0.004.
0.064.	0.0128.	0.0048.
0.064.	0.016.	0,0048.
0.064.	0.016.	0.0064.
0.072.	0.0144.	0,004.
0.072.	0.016.	0.0048.
0.08.	0.016.	0.0056.
0.08.	0.016.	0.008.

Aus diesen Massen geht also, wie oben erwähnt, hervor, dass mit zunehmender Grösse der Zellen im Ganzen auch eine Vergrösserung des Kerns und des Kernkörperchens eintritt, ohne dass indessen ganz bestimmte Regeln in dieser Hinsicht sich aufstellen lassen. An einigen gemessenen Zellenausläufern wurde eine Breite von 0.004—0.0055 Mm. beobachtet.

Nach dieser Schilderung der Zellensubstanz, des Kerns und Kernkörperchens gehen wir zu der wichtigen Frage von den Zellenausläufern über (Taf. III Fig. 1—3). Es hängt dieselbe innig mit der von der Gestalt der Zellen zusammen. Die Spinalganglienzellen des Menschen sind im Allgemeinen von rundem oder ovalem Umfange. An isolirten Zellen sieht man oft, aber durchaus nicht immer, dass sie etwas abgeplattet aber nicht scheibenförmig sind; an denselben findet man ausserdem gewöhnlich an einer Seite eine flachere Partie, welche zuweilen sogar etwas schalenförmig ausgehöhlt sein kann. Uebrigens wechselt auch die Gestalt, so dass man hie und da an ihnen grössere oder kleinere Unregelmässigkeiten wahrnehmen kann. Zuweilen liegen die Zellen nahe beisammen und drücken sich dadurch gleichsam gegen einander ab, wodurch die Gestalt Modificationen erfährt. Trotz dieser Variationen ist der allgemeine Typus der einer Kugel oder eines ovalen Körpers. Wenn man unerhärtete oder in schwachen Chromsäurelösungen, Glycerin-Wasser oder Bealeschem Carmin aufbewahrte Ganglien zerzupft, bekommt man eine Menge isolirter Ganglienzellen, die frei in der Flüssigkeit flottiren. Die meisten sind kuglige u. dergl. Körper ohne alle Fortsätze. Hie und da findet man indessen Zellen, von deren einer Seite ein fadenförmiger Fortsatz ausläuft, aber immer nur ein einziger (Taf. III Fig. 1—3). Nie sahen wir entgegengesetzt — oder einseitig — bipolare noch auch multipolare Ganglienzellen in den Spinalganglien des Menschen. Der Fortsatz oder Ausläufer dieser mithin unipolaren Ganglienzellen geht gewöhnlich mit einer etwas verbreiterten Partie von dem Protoplasma der Zelle, oft von einer abgeplatteten Stelle derselben, aus. Oft geht er in schiefer Richtung von dem Ansatze, sich um die Zelle biegend, aus, so dass man zuweilen, besonders an in situ liegenden, nicht isolirten Zellen, nur mit Schwierigkeit seinen Weg verfolgen kann. Der Ausläufer ist in der Regel ziemlich breit, mit meistens parallelen Rändern; im Durchschnitt ist er rundlich oder oval. Seine Substanz ist beim Abgang undeutlich körnig, dann gewöhnlich mehr homogen; zuweilen ist er auch der Länge nach schwach gestreift. Im Ganzen ist er als eine Verlängerung des etwas modificirten Protoplasma oder der Zellensubstanz der Ganglienzellen anzusehen, obwohl seine Beschaffenheit bald nach dem Austreten insofern sich verändert, als die Körnchen stark an Zahl abnehmen und undeutlich hervortreten. Sehr bald nimmt nun der Ausläufer so vollständig den Charakter eines Axencylinders an, dass man ihn von einem solchen keineswegs zu unterscheiden vermag. Sein sonstiges Verhältniss zu den Nervenfasern werden wir nach der Beschreibung der Zellenkapsel genauer besprechen.

Jede Spinalganglienzelle ist in eine besondere Hülse oder Kapsel eingeschlossen, welche im Allgemeinen der Gestalt und Grösse der Zelle ziemlich genau entspricht (Taf. III Fig. 3, 4; Taf. II Fig. 4—7). Die Kapsel ist mithin grösser oder kleiner, je nach der Grösse der betreffenden Zelle, und ihre Gestalt ist die einer hie und da etwas abgeplatteten oder sonst nicht ganz regelmässigen Kugel; oft ist sie auch mehr oder weniger eiförmig. Jede Kapsel besteht aus einer Membran und einer diese inwendig bekleidenden Zellenschicht. An erhärteten Schnitten der Spinalganglien tritt nicht immer die Membran ganz deutlich hervor, weil die Kapseln in das interstitielle Bindegewebe so dicht eingebettet sind, dass sie nach der Auffassung einiger Histologen nur als eine nicht selbständige Grenzschicht jenes Gewebes erscheinen. Bei Zerzupfungspräparaten und besonders bei Präparaten von Ganglien, in welche eine Stichinjection von Ueberosmiumsäure gemacht wurde, löst sich die Frage vom Vorhandensein einer Kapselmembran in ganz bestimmter Weise (Taf. II Fig. 7). Es isoliren sich hierdurch die Kapseln mit ihren ein-

geschlossenen Zellen sehr leicht. Die isolirten Kapseln, welche als helle Blasen mehr oder weniger frei im Gewebe liegen, zeigen stets die fragliche Membran als eine ganz dünne, homogene, wasserklare Schicht, welche oft in steifen Falten sich ein wenig zusammenknickt; an ihrer Innenseite befinden sich — wenn sie in situ liegen und nicht abgelöst sind — meistens in einfacher Lage und ziemlich dicht neben einander rundliche, glänzende Kerne, welche in die Höhlung der Kapsel einschiessen; diese Kerne sind von einem körnigen Protoplasma umgeben, das in der Nähe derselben reichlicher, weiter davon aber nur dünn die Kapsel bekleidet. Im Ganzen hat diese Zellenschicht, wie von mehreren Histologen bemerkt wurde, eine gewisse Aehnlichkeit mit Epithelzellen. Hie und da liegen die Kerne sehr dicht, sogar in mehrfacher Schicht, worüber weiterhin Genaueres. Nicht ganz selten glaubt man auch flache ovale Kerne in der Kapselmembran selbst wahrzunehmen, indessen ist es uns nie mit voller Sicherheit gelungen, uns davon zu überzeugen, dass diese Kerne wirklich in, und nicht bloss aussen an der Membran liegen.

Wir kommen nun zu der wichtigen Frage, ob die Zellen ihre Kapseln vollständig erfüllen oder nicht. Wenn man die nicht erhärteten Präparate frisch in Humor aqueus untersucht, findet man in der Regel keinen Raum zwischen der Oberfläche der Zellen und den betreffenden Kapseln. An Präparaten von Ganglien, welche in Müllerscher Lösung, Alkohol, Ueberosmiumsäure u. s. w. erhärtet waren, füllen hingegen die Zellen ihre Kapseln gewöhnlich nicht aus, sondern hier findet man um die Zellen einen mehr oder weniger bedeutenden Raum (Taf. II Fig. 6, 7). Der Umriss der Zellen ist bald eben, bald aber unregelmässig und höckerig; von ihrer Oberfläche sieht man oft einige wenige oder zahlreichere, gewöhnlich feine, körnige Ausläufer nach der Innenfläche der Kapsel überspringen, um sich da oft mit etwas verbreitertem Fusse anzusetzen (Taf. III Fig. 7). Es sind diese körnigen Fäden nicht selten für wirkliche Zellenausläufer gehalten worden. Indessen sprechen alle Thatsachen dafür, dass sie nur Kunstproducte sind, indem sie bei einer durch die Reagenzien bedingten Schrumpfung und Zusammenziehung der Zellen gleichsam aus der Zellensubstanz ausgezogen sind. Hie und da sieht man auch, dass das Protoplasma der Kapselzellen in die Ausläufer übergeht, so dass sie mit ihren Kernen theils frei im Kapselraum liegen, theils der eingeschrumpften Ganglienzellensubstanz anhaften. Diese Fäden sind wohl, wie erwähnt, meistens fein, sie können aber auch dick, zuweilen häutchenartig ausgebreitet sein; gewöhnlich sind sie einfach, hie und da aber auch getheilt. Es liegt nun sehr nahe, anzunehmen, dass der Kapselraum im Ganzen durch das Einschrumpfen der Zellen entstehe. Hierfür sprechen ausserdem noch mehrere Umstände. Besonders sei hervorgehoben, dass, wie erwähnt wurde, bei Untersuchung unerhärteter, nur mit Humor aqueus behandelter Zellen die Zellensubstanz ihre Kapsel vollständig ausfüllt. Dann haben wir noch eine Methode gefunden, welche ein übereinstimmendes Resultat giebt. Nach Stichinjection von Chloroform in die Ganglien und nachherigem Erhärten in Müllerscher Lösung und Alkohol bleiben die Zellen in dieser Ausbreitung und erfüllen ihre Kapseln entweder ganz oder fast vollständig (Taf. III Fig. 4). Ein wichtiger Beweis für das Vorhandensein einer Zusammenziehung der Ganglienzellen liegt auch darin, dass die Kapselkerne hie und da, zuweilen sogar in reichlicher Menge, von der Kapselwand entfernt sind und zusammen mit grösseren oder kleineren Partien ihres Protoplasma an der Oberfläche der frei in der Kapselhöhle liegenden Ganglienzelle haften. Wir halten es also für mehr als wahrscheinlich, dass in dem normalen Zustande nur ein minimaler Raum zwischen der Kapselwand und der Zellenoberfläche vorhanden ist.

Sobald der oben beschriebene wirkliche Ausläufer der Spinalganglienzellen aus der Kapsel heraustritt, wird er von einer directen Fortsetzung der letzteren umgeben (Taf. III Fig. 3). Es bildet diese Fortsetzung Anfangs einen ziemlich geräumigen Scheidencanal. Nicht selten gelingt es sogar, eine Zelle mit ihrem Ausläufer in ihrer Kapsel resp. Ausläuferscheide zu isoliren (Taf. III Fig. 3). An der Innenseite dieser dünnen, ganz homogenen Scheide liegen hie und da Kerne, von einer spärlichen Körnchenzone umgeben. Aber beim Abgang der Ausläuferscheide finden sich oft zahlreichere Kerne; zuweilen bilden sie hier sogar einen mehrschichtigen Haufen. Durch diesen Kernhaufen zieht der Ausläufer nach aussen hin fort. Dabei bildet er aber oft schon innerhalb der Kapsel schlingenförmige Biegungen, nicht selten in einer so verwickelten Art, dass man ihn nicht zu verfolgen vermag, sondern nur einen Glomerulus von zahlreichen Schlingen sieht (Taf. III Fig. 5, 6; Taf. II Fig. 4, 5). An einem solchen Glomerulus ist es oft sehr schwer herauszufinden, wie viele Schlingen des Ausläufers ausserhalb, wie viele innerhalb der Kapsel vorhanden sind: so dicht sind nämlich die Theile mit einander verwebt. Gewöhnlich ist es auch in solchen Fällen sehr schwierig den Zusammenhang des Ausläufers mit der Zelle wahrzunehmen. Hie und da findet man auch sonst an den Zellenkapseln optische Durchschnitte von einzelnen Nervenfasern, bei denen es sich sehr schwer bestimmen lässt, in welcher Lage sie zur Kapsel stehen. Sie scheinen indessen im Allgemeinen den von einigen Histologen als

die Zellenkapseln »umwindend» beschriebenen Nervenfasern zu entsprechen und mithin an der Aussenseite der Kapseln zu liegen. Um die Kapseln biegen sich nämlich, wie schon oben angedeutet wurde, Nervenfasern in sehr wechselnder Anordnung. Sie umstricken und umspinnen die einzelnen Ganglienzellen, schmiegen sich zwischen sie, um ihren Weg in dieser Weise, nur auf kleine Strecken verfolgbar, fortzusetzen (Taf. II Fig. 4).

Was wird aber aus den beschriebenen Ausläufern der Spinalganglienzellen, in welcher Beziehung stehen sie zu den Nervenfasern? Dass sie Axencylindern ihrem Aussehen nach ganz ähneln, wurde schon oben erwähnt. Ihre von der Kapsel herstammende Scheide ist dem Baue nach der Schwannschen Scheide der markhaltigen Nervenfasern gleich. Obwohl es uns beim Menschen nie mit einiger Sicherheit gelang, einen Zellenausläufer mit seiner Scheide bis zum Uebergang in eine wirkliche markhaltige Nervenfaser zu verfolgen, stehen wir doch nicht an, den Zusammenhang der fraglichen Ausläufer mit solchen Nervenfasern als fast unzweifelhaft anzusehen, um so mehr, da wir einen solchen Zusammenhang bei anderen Vertebraten darlegen konnten.

Es ist hiernach noch zu erörtern, ob alle Ganglienzellen der Spinalganglien mit Ausläufern versehen (unipolar) sind, oder ob in der That apolare Zellen vorkommen. Wie erwähnt wurde, findet man an Isolirungspräparaten solche apolare Zellen in grosser Menge. Ebenso erscheinen an Schnittpräparaten die meisten Zellen ohne Ausläufer. Da nun aber, wie bekannt, die Ausläufer durch das Präpariren besonders leicht abgerissen werden, lässt sich aus solchen negativen Befunden nichts Sicheres schliessen. Unserer Ansicht nach darf man im Ganzen in dieser wichtigen Frage noch keine bestimmte Schlüsse ziehen. Aus dem Vorhandensein kleinerer Ganglienzellen sowie einer scheinbaren Apolarität derselben im Allgemeinen Schlüsse auf Entwickelungs- und Verkümmerungsformen zu ziehen, scheint uns noch ein wenig verfrüht.

Die Ganglienzellen des Ganglion Gasseri zeigten uns mit denjenigen der Spinalganglien ganz übereinstimmende Verhältnisse.

Die Cerebrospinalganglienzellen anderer Wirbelthiere.

Da es von grossem histologischen Interesse ist, die Spinalganglienzellen anderer Wirbelthiere mit denjenigen des Menschen zu vergleichen, haben wir eine Reihe von Untersuchungen in dieser Richtung ausgeführt. Wir untersuchten besonders die Spinalganglien beim Hunde, bei der Katze, beim Kaninchen, Frosch, Hecht und Neunauge.

Beim Hunde (Taf. III Fig. 8—10) prüften wir die fraglichen Zellen vorzugsweise in ganz frischem Zustande, gleich nach dem Tode des Thieres. Dieselben lassen sich hier dann ziemlich leicht isoliren. In Humor aqueus liegend zeigen sie ein grau-weisses aber glänzendes, schwach und undeutlich körniges Aussehen. Die Gestalt der aus ihren Kapseln isolirten Zellen ist die einer mehr oder weniger unregelmässigen Kugel oder die des Eies, zuweilen der Birne. Oft sah man eine einseitige Abplattung. Kern und Kernkörperchen treten in der Regel deutlich hervor; oft sahen wir im Kern zwei Kernkörperchen, von welchen das eine zuweilen etwas grösser war. Der Kern ist kuglig oder etwas eiförmig, zuweilen ein wenig abgeplattet; er ist ganz hell und klar, homogen, ohne Körnchen, Fäden oder dergl. im Inneren und ohne Ausläufer nach aussen hin. Im Ganzen hat er das Aussehen eines scharf begrenzten Bläschens; eine wirkliche Membranbildung konnten wir indessen an ihm nie mit Sicherheit darlegen. Das Kernkörperchen hat eine ganz kuglige Gestalt, ist stark lichtbrechend, glänzend, mit einem Stich ins Gelbliche oder Grünliche; hier sind ebenfalls weder Membranbildung, noch nach aussen abgehende Ausläufer zu sehen. Das Pigment ist deutlich entwickelt; es besteht aus braungelben Körnern, welche zuweilen etwas zerstreut oder auch in einem Streifen nahe an der Oberfläche der Zellensubstanz, zuweilen um den Kern herum, liegen, gewöhnlich aber einen bestimmt ausgesprochenen Haufen bilden, welcher ziemlich constant seine Lage in der Nähe des Ausläufers hat. Letzterer, den wir auch beim Hunde nur einfach gefunden haben, geht mit einem verbreiterten, oft etwas schiefen Fusse von der Zellensubstanz, dem Protoplasma, aus, ohne weiter in die Zelle hinein verfolgt werden zu können. Er zeigt gewöhnlich eine undeutliche Längsstreifung, in deren Streifen oft schwache Körnchen hervortreten. Der grösste Durchmesser der von uns gemessenen Ganglienzellen des Hundes betrug 0.03 bis 0.09, im Mittel aber 0.06 Mm. Die Grösse des Kerns war im Mittel 0.014 Mm., die des Kernkörperchens 0.004 Mm. Die Zelle ist immer von einer Kapsel umgeben, welche schon im frischen, unerhärteten Zustande zuweilen mit der eingeschlossenen Zelle sich isoliren lässt und ihre Textur zeigt. Diese Kapsel besteht aus einer dünnen homogenen Membran und einer sie inwendig bekleidenden Zellenschicht mit dicht liegenden Kernen und einem

dieselben umgebenden Protoplasma, in welchem gelblich glänzende, stark lichtbrechende Körner vorhanden sind. Die Ganglienzellen erfüllen im frischen Zustande ihre Kapseln. Von den letzteren geht ein Fortsatz mit dem Ausläufer nach aussen und bildet eine geräumige Scheide um denselben. Es gelang uns beim Hunde nie den Ausläufer so weit zu verfolgen, bis er von einer Markscheide umgeben wurde.

Die Ganglienzellen des G. Gasseri des Hundes erwiesen sich ganz so gebaut wie die der Spinalganglien.

Die Spinalganglienzellen der Katze zeigten mit denjenigen des Hundes so übereinstimmende Verhältnisse, dass es uns überflüssig erscheint, eine besondere Beschreibung von ihnen zu geben.

Beim Kaninchen (Taf. III Fig. 11—15) untersuchten wir die fraglichen Zellen ebenfalls, sowohl in ganz frischem als in verschiedenartig erhärtetem Zustande. Die Gestalt der Zellen ist kugelig oder eiförmig, oft einseitig etwas abgeplattet oder sonst unregelmässig. Die Zellensubstanz, der Kern und das Kernkörperchen zeigten eine der oben beschriebenen ganz ähnliche Zusammensetzung; zuweilen sahen wir zwei Kerne in einer Zelle. Das Pigment war nur in spärlicher Menge vorhanden oder schien sogar vollständig zu fehlen, was wahrscheinlich eine Folge davon war, dass wir vorzugsweise Albino-Thiere zur Untersuchung benutzten. Nur ein einziger Ausläufer kommt an den Zellen vor. Derselbe zeigte sich an den in situ liegenden sowohl, als an den isolirten Zellen äusserst oft gleich nach dem Abgange aus der Zelle schlingenförmig, indem er spirale oder anders gestaltete Biegungen in verschiedener Weise bildete. An Carminpräparaten konnten wir sehr schön diesen Verlauf des Ausläufers bis zur Vereinigung mit der Zellensubstanz verfolgen (Taf. III Fig. 11, 11 *a*). Schon während dieser Schlängelungen, welche oft vor seinem Austreten aus der eigentlichen Kapsel liegen, andernfalls aber auch nach demselben vorhanden sind, bekommt der Ausläufer, besonders bei den grösseren Zellen, eine Myelinscheide. An Osmiumpräparaten (Taf. III Fig. 11 *b*, 12) erkennt man besonders schön den gewunden verlaufenden Ausläufer, welcher, gewöhnlich von einer Anhäufung von Kapselzellen umgeben, früher oder später seine Ganglienzelle verlässt, um zwischen den anderen Ganglienzellen hinziehend zu einem in der Nähe befindlichen Nervenbündelchen zu verlaufen. Während dieses Verlaufs wird er oft allmählig breiter; die von der Kapsel stammende Ausläuferscheide wird zur Schwannschen Scheide, die bald einen gewöhnlichen, von Protoplasma umgebenen Kern und dann nach einer Strecke auch eine Einschnürung zeigt. Der Ausläufer ist zu einer myelinhaltigen Nervenfaser von gewöhnlichem Bau geworden. Wie verhält sich nun diese Faser in ihrem späteren Verlauf? Früher meinte man, dass sie sich einfach der sensorischen Wurzel anlege und entweder central oder peripherisch ziehe. In der letzten Zeit hat Ranvier eine ganz neue Ansicht dargestellt. Der Ausläufer gehe in Gestalt eines T in eine vom Gehirn-Rückenmark kommende Nervenfaser, und zwar an einer Einschnürungsstelle, hinein. Wir können diese schöne Entdeckung Ranviers bestätigen. Nach Zerzupfung der in Ueberosmiumsäure von $^1/_4$ % (entweder durch einfaches Einlegen oder nach Einstichinjection) erhärteten Ganglien gelang es uns, sowohl in dem Ganglion Gasseri als in spinalen Ganglien eine Reihe von T-förmigen Einschnürungsstellen zu sehen, und zwar ebenso bei dicken wie bei schmalen Markfasern. Einige sind Taf. III Fig. 12, 12 *a*, *b*, *c* abgebildet. Bei dem Ganglion Gasseri gelang es uns dann auch das »Punctum saliens», die Einmündung des Ausläufers einer Ganglienzelle in ein solches T, zu beobachten. Die Fig. 12 der Taf. III giebt diese schöne, vollständig isolirte Partie wieder. Hier sei indessen bemerkt, dass die Einmündungsstelle besonders oft nicht ganz ein T bildet, sondern zwei Arme desselben in den dritten einmünden, in der Weise wie die Fig. 12 *a* angiebt. Die zusammentretenden Nervenfasern sind oft von etwas verschiedenem Durchmesser, wie die Figuren zeigen. Ob nun alle vom Gehirn-Rückenmark kommenden Nervenfasern der sensorischen Wurzeln Ausläufer in dieser Weise aufnehmen, können wir ebenso wenig wie Ranvier angeben; uns scheint indessen die nicht sehr grosse Zahl von solchen T-Stellen dagegen zu sprechen. Ob der Ausläufer nach der Peripherie oder dem Centrum sich wendet, scheint, ohne Kenntniss des Verlaufs der Einzelfibrillen seines Axencylinders nach der Einmündung in die andere Nervenfaser, kaum bestimmbar. Nach der Zerzupfung ist es ebenfalls schwer das centrale und peripherische Ende der betreffenden Nervenfasern zu erkennen. Dass die beschriebenen Ausläufer der Ganglienzellen oft weit zu verfolgen sind, ehe sie in die anderen Nervenfasern einmünden, ist jedenfalls sicher; keineswegs immer tritt dies bei der ersten Einschnürungsstelle ein, sondern wir konnten sie durch mehrere Einschnürungssegmente verfolgen, ohne die Einmündung anzutreffen. Ferner fanden wir, dass sich der Ausläufer nicht immer in der beschriebenen Weise verhält. Im Gegentheil geht, besonders bei kleineren Ganglienzellen, oft von einer schwach abgeschnürten Stelle der Zelle ein blasser Ausläufer aus, welcher zuweilen sich auf weite Strecken verfolgen lässt und dabei die marklose Beschaffenheit behält; länglich-ovale Kerne treten in gewissen Entfernungen an ihm auf, und er wird allem Anscheine nach zu einer gewöhnlichen myelinfreien Nervenfaser (Taf. III Fig. 13). Wie sich diese im späteren Verlauf verhält, konnten wir nicht ergründen. Ein Mal

sahen wir indessen diesen blassen Ausläufer sich dichotomisch theilen. Leider konnten wir bis jetzt beim Menschen, dessen Ganglien wir vorzugsweise untersucht haben, diese interessanten Verhältnisse nicht darlegen, da das reichliche Bindegewebe der Isolirung der Zellenausläufer auf längere Strecken sehr hinderlich war.

Als mittlere Grösse der Ganglienzellen des Kaninchens erhielten wir 0.048—0.064 Mm., als die des Kerns 0.013 Mm. und als die des Kernkörperchens 0.003 Mm. Die aus einer äusseren, dünnen, homogenen Membran und einer diese inwendig bekleidenden Schicht von Zellen bestehenden Kapseln zeigten in der Zahl jener mehrfache Modificationen; bald sahen wir Kapseln mit reichlichen, bald wieder mit spärlichen Kernen; bald war an derselben Kapsel eine Partie mit zahlreicheren Kernen versehen, während anderen dieselben fast fehlten [1].

Beim Frosch fanden wir die Spinalganglienzellen (Taf. III Fig. 16), im frischen, unerhärteten Zustande untersucht, fast homogen (nur äusserst schwach körnig) und hell glänzend, mit deutlich sichtbarem Kern und Kernkörperchen. Die fast immer mehr oder weniger kugligen oder birnenförmigen Zellen sind von der structurlosen dünnen Kapselmembran ganz eng umfasst; gelbliche Pigmentkörnchen liegen entweder zerstreut oder gruppenweise oberflächlich im Protoplasma. Nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure tritt die körnige Beschaffenheit des Zellenprotoplasma deutlicher hervor; in eine glasig-homogene Zwischensubstanz liegen die kleinen dunklen Körnchen eingebettet. Der Kern, welcher in der Regel am einen Ende der Zelle ganz dicht an der Oberfläche liegt, ist von homogenem Bau ohne Fäden und Ausläufer; eine deutliche Membran konnten wir nicht finden. Ebenso ist das dunkler erscheinende, stark lichtbrechende Kernkörperchen homogen und ohne Ausläufer. Von der Zelle konnten wir nie mehr als einen einzigen Ausläufer ausgehen sehen; er beginnt mit einem verbreiterten Fusse, ist ziemlich grob und cylindrisch und zieht, mit einer aus der Kapsel stammenden, dünnen, homogenen Scheide versehen, nach aussen, um bald von einer innerhalb dieser liegenden, deutlich ausgeprägten Myelinscheide umgeben zu werden. Diese Ausläufer der Ganglienzellen setzen sich also ganz unzweideutig als breite markhaltige Nervenfasern fort. Sie gehen aber unmittelbar von dem Zellenprotoplasma aus; nie sahen wir Fäden oder Fädennetze vom Ausläufer durch das Zellenprotoplasma ziehen, um mit dem Kern oder dem Kernkörperchen in Verbindung zu treten. Nie fanden sich Fädennetze, sei es vom Ausläufer ausgehend oder nicht, an der Oberfläche der Zelle. Die Kapsel zeigte sich immer glasig-homogen, structurlos, dünn. Durch Falten der Kapsel und Risse und feine Spalten im Protoplasma der Ganglienzelle entstehen zuweilen Bilder, welche für Fädennetze in oder an der Zelle gehalten werden könnten. Kerne liessen sich nie mit Sicherheit in ihrer Substanz wahrnehmen; oft sahen wir aber Kerne ihrer Aussenseite anliegen. Durch Carmin färben sich in der Regel — ausser dem Kern und dem Kernkörperchen der Ganglienzelle — einige, gewöhnlich drei bis vier, kleinere ovale Kerne an der Stelle, wo der Ausläufer abgeht; diese Kerne, welche ohne Färbung nur schwer zu sehen sind, liegen offenbar innerhalb der Kapsel, zwischen ihr und der Oberfläche der Ganglienzelle. Als mittlere Grösse der Ganglienzellen des Frosches erhielten wir 0.048—0.064 Mm. und überhaupt ein Schwanken von 0.024 bis 0.088 Mm. Als mittlere Grösse des Kerns massen wir 0.014—0.016, als die des Kernkörperchens 0.004—0.0045 Mm. Wie bei den Spinalganglien anderer Wirbelthiere lassen sich Ausläufer nur an einer kleineren Anzahl Ganglienzellen nachweisen. Bei den Isolirungsversuchen werden sie offenbar sehr leicht abgebrochen. Ob nun aber wirklich apolare Zellen vorkommen, müssen wir, da mit den bisherigen Hülfsmitteln in dieser Hinsicht nichts Zuverlässiges festzustellen ist, unentschieden lassen.

Bei der Kröte (Taf. III Fig. 17) waren die Verhältnisse mit denen beim Frosch so vollständig übereinstimmend, dass wir auf sie nicht weiter einzugehen brauchen. Nur sei hier bemerkt, dass uns bei jener das Pigment hellgelblich schimmernd, spärlicher oder nur sehr schwach angedeutet zu sein schien.

Die interessante Frage über die Beschaffenheit der Cerebrospinalganglienzellen der Fische untersuchten wir beim Hecht und Neunauge. Wir beginnen hier mit Beschreibung der des Hechtes, bei dem wir vornehmlich (Taf. III

---

[1]) Natürlicherweise gelang es uns auch beim Kaninchen nur hie und da Ganglienzellen mit erhaltenen oder deutlich hervortretenden Ausläufern zu sehen. An vielen kamen, wie bei denen anderer Thiere, keine Ausläufer zur Anschauung. Bei der Schwierigkeit, die Ausläufer in ihrem Zusammenhang mit den Zellen zu beobachten, werden aus dem Vorkommen von Zellen ohne sichtbare Ausläufer, hier wie anderswo, kaum Schlüsse auf ein Vorhandensein wirklich apolarer Zellen zu ziehen sein. Wir bemerken, dass es eine Reihe kleinerer, von einigen Forschern »unentwickelt» oder »verkümmert» genannter Ganglienzellen giebt, bei welchen man in der That zweifeln könnte, ob sie Ausläufer besitzen. Diese kleinen, von ihren Kapseln umgebenen Zellen sind übrigens wie die grösseren gebaut, liegen bald einzeln zwischen den letzteren, bald wieder gruppenweise zusammen. Zuweilen findet man eine kleine Colonie solcher Zellen wie von einer gemeinsamen äusseren bindegewebigen Hülle umschlossen (Taf. III Fig. 15); besonders in solchen Fällen scheint es hie und da, als ob zwei, drei oder mehr Zellen (Taf. III Fig. 14) in einer einzigen Kapsel, nur durch eine Trennungslinie gesondert, liegen. Auf solche Bilder hin Anschauungen über Theilungsvorgänge, über Entwickelung oder Verkümmerung darzulegen, ist man unserer Ansicht nach bis jetzt nicht berechtigt. In den Cerebralganglien (besonders dem G. Gasseri) des Kaninchens zeigten im Allgemeinen die Ganglienzellen hiermit vollständig übereinstimmende Verhältnisse, so dass wir auf eine weitere Darstellung derselben verzichten.

Fig. 18—22) die Ganglienzellen des Trigeminus und Vagus durchforschten. Bei diesen Nerven unterscheidet man die eigentlichen Ganglien und die in die Nervenstämme selbst eingestreuten Ganglienzellen. Erstere, die eigentlichen Ganglien, bilden, wie bekannt, dem Nervenstamm seitlich anhaftende, ihn umgebende Knötchen. Die sie zusammensetzenden Ganglienzellen sind im frischen, nicht erhärteten Zustande so homogen und durchsichtig, dass sie sich fast gar nicht näher untersuchen lassen. Nach Erhärten, besonders in Ueberosmiumsäure, werden sie zwar etwas dunkler und schärfer hervortretend; sie kleben aber im Allgemeinen so innig an einander, dass man sie nur mit grosser Schwierigkeit zu isoliren vermag. Wenn es gelingt, zeigen sie gewöhnlich eine kuglige, zuweilen eine mehr längliche Gestalt; sie bestehen aus einem glasig-homogenen, undeutlich-körnigen Protoplasma, einem kugligen, homogenen Kern mit einem oder zwei Kernkörperchen und einer dünnen, structurlosen, die Zelle dicht umgebenden Kapselmembran. Wir vermochten bei diesen Zellen nur einfache Ausläufer, also unipolare Zellen, zu finden (Taf. III Fig. 18). Da es aber bei Untersuchung dieser Ganglien überaus schwierig ist, die Ausläufer in Zusammenhang mit den Zellen zu isoliren, wollen wir das Vorkommen bipolarer Zellen in diesen Ganglien nicht mit Bestimmtheit verneinen. Der eine Ausläufer könnte nahe dem anderen von der Zelle ausgehen, sich dicht ihr anschmiegend sie umwinden und dadurch dem Blicke sich entziehen. Oft lässt es sich ausserdem nicht sicher erkennen, ob und wo ein Ausläufer von dem Zellenprotoplasma abgerissen sei. An den in situ liegenden Zellen konnten wir noch weniger die Ausläufer verfolgen. Die Ganglienzellen liegen nämlich dicht gedrängt, von einem reichlich kernführenden, interstitiellen Gewebe (Taf. III Fig. 19) getrennt, in welchem sowohl die von kernführenden Scheiden umgebenen Ausläufer, wie ziemlich zahlreiche Blutgefässcapillaren verlaufen. In diesem Gewebe die Ausläufer mit Sicherheit zu verfolgen wird erst dann möglich sein, wenn es gelingt, dieselben in weiterer Ausdehnung und bis zu ihrer Verbindung mit den Zellen durch besondere Methoden zu färben oder sonst dem Auge kenntlicher zu machen. Beim Messen einer Reihe von diesen Ganglienzellen fanden wir ein Schwanken im Grössendurchmesser von 0.028 bis 0.072 Mm.; im Mittel betrug die Grösse derselben 0.048 bis 0.064 Mm. Die Grösse des Kerns war 0.0128—0.016 Mm., die des Kernkörperchens 0.003—0.004 Mm. In der unmittelbaren Nähe der Ganglien, den eigentlichen Stämmen der betreffenden Nerven, finden sich nun aber zerstreut liegende Ganglienzellen, die sich durch eine ganz typische bipolare Gestalt auszeichnen. Hier sahen wir die schönen bipolaren Ganglienzellen, welche von Robin, Wagner, Bidder u. A. beschrieben sind. Letztere Zellen (Taf. III Fig. 20—22), deren beide Ausläufer immer nach zwei entgegengesetzten Polen hin — wobei indessen die Ganglienzelle gewöhnlich nach der einen Seite hin sich etwas mehr ausbuchtet — in markhaltige Nervenfasern übergehen, sind entweder mehr kugelförmig oder auch, und zwar öfter, spindelförmig. Sie sind von einer hellen structurlosen Kapsel umgeben, welche nach beiden Seiten in die Schwannsche Scheide der Nervenfasern übergeht; in der Regel ist eine schwache Einschnürung der Schwannschen Scheide an jedem Pole der Zelle, beim Abgang der Ausläufer, vorhanden. Kerne sind an der Innenseite dieser Kapsel im Allgemeinen nicht zu finden; zuweilen schienen uns gleichwohl ein oder ein Paar dort vorhanden; es liess sich aber nur selten mit Sicherheit beweisen, dass diese Kerne wirklich innerhalb der Kapsel lagen und nicht den Zellen des interstitiellen Gewebes angehörten. Die Myelinscheide verhält sich zur Ganglienzelle in zwiefacher Weise. Entweder hört sie beim Uebergang der Zelle in die beiden Nervenfasern auf (Fig. 21), oder setzt sich als eine vollständige Scheide über die ganze Oberfläche der Ganglienzelle fort (Fig. 20). Diese Ganglienzellen sind sonst wie die anderen gebaut. Sie bestehen aus einem körnigen Protoplasma, welches in die beiden meist ganz groben Ausläufer (Axencylinder), von welchen aber der eine oft etwas schmäler als der andere ist, sich fortsetzt, und aus einem gewöhnlich in der Nähe des einen Poles liegenden, rundlichen oder ovalen Kerne nebst seinem Kernkörperchen. Die die Nervenfasern so unterbrechenden Ganglienzellen verhielten sich, wie wir fanden, zu den betreffenden Nervenfasern am häufigsten derart, dass eine Zelle in der Mitte zwischen zwei gewöhnlichen Einschnürungen (Taf. III Fig. 22) lag; bisweilen befand sich jedoch die Ganglienzelle der einen Einschnürungsstelle näher. Nie sahen wir am Verlaufe einer Nervenfaser mehr als eine Ganglienzelle. Diese bipolaren Zellen zeigten einen mittleren Längen-Durchmesser von 0.072—0.096 Mm.; ihr Kern betrug im Mittel 0.016 Mm., ihr Kernkörperchen 0.0035 Mm. Die beiden Ausläufer waren wie erwähnt immer ziemlich breit, der eine oft, nicht constant, ein wenig schmäler als der andere.

Die hier beschriebenen bipolaren Ganglienzellen stimmen ferner vollständig mit den früher mehrmals aus dem Acusticus der Fische geschilderten, die Nervenfasern unterbrechenden Ganglienzellen überein. Zum Vergleich haben wir deswegen zwei von ihnen abgebildet (Taf. III Fig. 23, 24). Eine oft vorkommende Form derselben, bei welcher die Zelle fast nur als ein etwas erweiterter kernhaltiger Axencylinder erscheint, ist von besonderem Interesse.

Sonst sind die verschiedenen Modificationen ihres Baues ganz den oben geschilderten ähnlich. Was ihr Verhältniss zu den Einschnürungen betrifft, so liegen sie am häufigsten ungefähr in der Mitte zwischen denselben. Die Ganglienzellen des Acusticus entbehren auch keineswegs, wie Max Schultze meint, der Kapseln, sondern sind im unbeschädigten Zustande ganz wie die Zellen des Vagus und Trigeminus von kapselartig erweiterten Fortsetzungen (Fig. 23) der Schwannschen Scheiden der mit ihnen sich verbindenden Nervenfasern umgeben. Innerhalb dieser Kapseln setzen sich auch oft die Myelinscheiden als vollständige Myelinkapseln um die Zellen fort.

In den Spinalganglien des Hechtes, denen wir indessen keine eingehendere Untersuchungen widmeten, fanden wir die Ganglienzellen mit denen der eigentlichen Ganglien des Trigeminus und Vagus übereinstimmend. Ausser den scheinbar apolaren Zellen kamen auch hier nur unipolare zur Anschauung. Wir wollen aber ebenso wenig wie bei jenen in Folge dieser Befunde das Vorkommen von bipolaren Zellen in Abrede stellen.

Wenn es verhältnissmässig schwer ist, die Ganglienzellen beim Hecht mit ihren Ausläufern schön isolirt zu erhalten, so gelingt dies um so leichter an denen des Neunauges (Taf. III Fig. 25—27). Wir haben vorzugsweise das grosse Ganglion des Trigeminus untersucht und nur vergleichende Untersuchungen an andern Ganglien angestellt. Das genannte Ganglion lässt sich sehr leicht herauspräpariren; ohne alle Maceration, auch nach Conservirung in verschiedenen Flüssigkeiten, sogar an alten Spirituspräparaten, isoliren sich die Zellen beim Zerzupfen in einer Weise, wie wir es an den Ganglien von anderen Thieren nie gesehen haben.

Die Zellen sind im Allgemeinen verhältnissmässig gross und von etwas wechselnder Gestalt; entweder sind sie mehr kuglig geformt, oder, was gewöhnlicher, etwas oval ausgezogen, oft mit einer schwachen Abplattung. Die Substanz der Zelle bietet keine andere Eigenthümlichkeiten dar, als dass nach Behandlung mit Osmiumsäure scharf begrenzte, schwärzlich contourirte, einzelne, glänzende, feine Körnchen zerstreut in derselben hervortreten (Taf. III Fig. 26). Der Zellenkern ist gross, sieht bei frischer Untersuchung und nach guter Conservirung ganz homogen aus und ist ganz klar und durchsichtig; in seinem Innern tritt der grosse compacte Kernkörper scharf hervor. In letzterem findet man theils gar keine Andeutung eines Nucleololus, theils einen einzigen, theils zwei oder noch mehr. Gewöhnlich sehen die Nucleololi wie kleine Vacuolen aus. Nie findet man eine Andeutung von Ausläufern aus dem Kern oder aus dem Kernkörper und ebenso wenig irgend welche an denselben sich ansetzende Fäden.

Die Ganglienzelle ist rings von einer Kapsel umgeben, die ganz der an den Zellen der höheren Thiere entspricht (Taf. III Fig. 25—27). Sie besteht also aus einer dünnen, aber verhältnissmässig ziemlich starken, homogenen Haut, an deren innerer Fläche mehrere Kerne hervortreten. Diese Kerne, welche so klein sind, dass sie im Längenmasse kaum das des Kernkörperchens der Ganglienzelle erreichen, sind ein wenig länglich ausgezogen und zeigen sich theils oval, theils ganz rund, je nach der Richtung, in der man die optischen Durchschnitte derselben erhält. Sie sind von einer dünnen Protoplasmalage umgeben. Zwischen den Kernen verdünnt sich das Protoplasma noch mehr, überzieht jedoch überall vollständig die ganze Innenwand der Kapsel. Ziemlich häufig sieht man die Kerne ein wenig abgelöst von der Kapselwand liegen, und die dünne Protoplasmalage hat sich dann häufig in grösserer oder kleinerer Ausdehnung von der Kapselwand abgetrennt. Bisweilen haften die von der Wand abgelösten Kerne an der Oberfläche der Ganglienzelle selbst; besonders häufig ist dies der Fall bei der Abgangsstelle der Ausläufer, wo die Kerne auch oft ein wenig dichter liegen. Uebrigens sind dieselben so zahlreich, dass man an der Circumferenz des optischen Durchschnittes einer Zellenkapsel nicht selten bis zu 15 Kernen oder noch mehr zählen kann. An der Aussenseite der Kapsel sieht man häufig grössere oder kleinere Fetzen vom interstitiellen Gewebe haften. Dieses Gewebe ist bei dem Petromyzon sehr wenig entwickelt und in Folge dessen lassen sich die Elemente so leicht isoliren. Die genannten Fetzen bestehen aus dünnen, körnig-protoplasmatisch aussehenden Häutchen und Häutchenzellen mit rundlichen platten Kernen (Taf. III Fig. 25). Bisweilen sieht man an ihnen hie und da eine schwache fibrilläre Differenzirung.

Wenn man die Ganglienzellen nicht ganz frisch, sondern nach Conservirung in verschiedenen Flüssigkeiten untersucht, findet man in der Regel einen mehr oder weniger beträchtlichen Raum zwischen der Kapsel mit ihrer Zellenbekleidung und der Oberfläche der Ganglienzelle selbst. Hier entsteht also wiederum die oben mehrmals berührte Frage, ob sich wirklich während des Lebens ein Zwischenraum hier findet oder ob derselbe nur künstlich entstanden ist. Wenn man genau beobachtet, findet man, dass in den Fällen, wo man den Raum sieht, die Oberfläche der Ganglienzelle nicht eben und glatt ist, sondern an derselben kleine Einsenkungen vorkommen; wenn man die Lage dieser Einsenkungen dann mit der Lage der Kapselkerne vergleicht, wird man weiter einsehen, dass diese einander entsprechen. Es erhellt daraus, dass die Ganglienzelle vorher der Kapselwand so dicht an-

gepresst gewesen ist, dass die Kerne der letzteren entsprechende Eindrücke in das Protoplasma der Zelle gemacht haben. Frisch untersucht, sowie nach guter Erhärtung in Osmiumsäure, erfüllt die Zelle ihre Kapsel. Der fragliche Raum scheint also durch Schrumpfung entstanden zu sein. Häufig findet man auch die Kapsel durch diese Schrumpfung mehr oder weniger gerunzelt. In der Regel zeigen sich bei schöner Isolirung an den Zellen zwei Ausläufer, von welchen, wie schon STANNIUS und LANGERHANS hervorgehoben haben, der eine, der peripherische, breiter als der andere, centrale, nach dem Gehirn verlaufende, ist. Die beiden Ausläufer entspringen sehr häufig einander gerade gegenüber, wodurch die Zelle eine mehr oder weniger ausgesprochen spindelförmige Gestalt bekommt, oder es sind die Ursprungsstellen der Ausläufer einander mehr oder weniger genähert, so dass die Zelle sich stärker nach der einen Seite ausbuchtet (Taf. III Fig. 26). Letztere Gestalt sieht man im Allgemeinen dort, wo die Zellen ganz dicht mit den Kapseln gegen einander gedrückt in Längsreihen liegen, wobei natürlich der schräge Ursprung der Ausläufer durch diese Anordnung der Zellen bedingt wird. Der breite peripherische Ausläufer ist, wie LANGERHANS bemerkt, im Allgemeinen dunkler und sieht ein wenig körniger aus als der centrale. Er erweitert sich am Uebergang in die Zelle und geht unmittelbar in ihr Protoplasma über. Man erkennt hier an dem Ausläufer eine im Ganzen schwache, bisweilen mehr, bisweilen minder ausgesprochene Andeutung einer Längsstreifung, die zum Theil von der Anordnung der Körnchen herrührt. Häufig sieht man jedoch diese Streifung erst in einer gewissen Entfernung von der Zelle an dem Ausläufer auftreten. Als Fortsetzung der Kapsel geht mit dem Ausläufer eine Scheide ab, die oft ziemlich weit absteht, oft dagegen mehr dicht demselben anliegt. Die Kapselkerne, welche, wie oben bemerkt wurde, an der Abgangsstelle häufig gedrängter liegen, werden sogleich nach dem Austritt sehr spärlich und schon in der Nähe der Zelle, oft nur eine Ganglienzellenlänge davon entfernt, treten an dem Ausläufer die den Nervenfasern des Neunauges eigenthümlichen, unten näher zu beschreibenden langgezogenen Kerne auf (Taf. III Fig. 25, 26). Der Ausläufer geht als myelinfreie Nervenfaser unmittelbar fort, und es gelingt bei vorsichtiger Präparation sehr leicht, die Faser in fast beliebiger Ausdehnung in Zusammenhang mit der Zelle zu isoliren. Der schmale, in der Regel mehr blasse, centrale Ausläufer verhält sich zu der Zelle und ihrem Protoplasma im Allgemeinen ganz wie der peripherische. Entweder erweitert er sich mehr oder weniger beim Uebergang in den Zellenleib oder es findet sich hier gar keine, oder nur eine sehr kleine Erweiterung vor. Das Protoplasma der Zelle ist dann nur an der Abgangsstelle ein wenig ausgezogen und geht mehr diffus in den Ausläufer über, oder ist mit einem kleinen scharfen Absatz gegen den Ausläufer begrenzt, welcher dann häufig schon von Anfang an die Breite hat, welche er nachher als Nervenfaser in der Wurzel des Stammes behält.

Um die Dickenverhältnisse der beiden Ausläufer zu einander und zu der Zelle zu bestimmen, sowie auch um die übrigen Theile der Zelle mit einander in dieser Hinsicht zu vergleichen, haben wir mehrere Messungen angestellt, von welchen wir hier einzelne anführen. Die Zellen sind im Ganzen von ziemlich gleicher Grösse; gleichwohl kommen beträchtliche Schwankungen in Betreff derselben vor, indem man neben den grösseren ganz kleine findet, wie die Fig. 27 der Taf. III zeigt. Die hier abgebildete grössere Zelle war 0.096 Mm. lang und 0.078 Mm. breit, die kleinere nur 0.045 Mm. lang und 0.036 Mm. breit; die Zellen können aber sowohl etwas grösser, wie etwas kleiner sein. Im Allgemeinen scheinen uns die meisten von ihnen, nach Behandlung mit Müllerscher Lösung (ohne Kapsel gemessen), ungefähr zwischen 0.04 und 0.06 Mm. in der Breite, sowie zwischen 0.05 und 0.07 Mm. in der Länge zu schwanken; die kleineren bleiben hinter diesen Massen zurück, während die grösseren sie übertreffen. An einer Zelle, die 0.05 breit und 0.07 Mm. lang war, mass der breite Ausläufer 0.008, der schmale 0.0065 Mm., und diese Masse dürften im Ganzen die relativen Verhältnisse ziemlich genau wiedergeben. Uebrigens kommen grosse Schwankungen auch hier vor. An einer Zelle, die 0.035 Mm. breit und 0.065 Mm. lang war, mass der breite Ausläufer 0.009, der schmale 0.0045 Mm.; an einer anderen, welche 0.045 Mm. breit und 0.065 Mm. lang war, mass der breite Ausläufer 0.008, der schmale 0.003. Im Allgemeinen scheint der breite peripherische Ausläufer, innerhalb seiner Scheide gemessen, zwischen 0.006 und 0.009 Mm., der schmale centrale zwischen 0.003 und 0.0065 Mm. in der Breite zu schwanken. Von Interesse ist es, die kleinen Kapselkerne mit den Kernen und Kernkörperchen der Ganglienzelle zu vergleichen. Erstere massen gewöhnlich zwischen 0.0045 und 0.0065 Mm. in der Länge und nur 0.003 bis 0.004 Mm. in der Breite.

Die Kerne der Ganglienzellen halten dagegen 0.015 bis 0.025 Mm. im Durchschnitte. Die meisten messen ungefähr 0.020 bis 0.024 Mm. Die Kernkörperchen schwanken in ihrer Grösse im Allgemeinen zwischen 0.005 und 0,008 Mm. und sind also wenigstens eben so gross, in der Regel aber etwas grösser, als die ganzen Kapselkerne. Es verdient auch bemerkt zu werden, dass die Kernkörperchen der Ganglienzellen in ihrem Durchschnitte fast so

breit sind wie die centralen Ausläufer. Schliesslich wenden wir uns zu der interessanten Frage: sind alle die Ganglienzellen in den fraglichen Ganglien beim Petromyzon wirklich bipolar oder kommen hier auch unipolare oder apolare Zellen vor? Diese Frage ganz bestimmt zu beantworten scheint sehr schwierig. Freilich gelingt es bei weitem nicht immer, zwei Ausläufer an jeder Zelle zu sehen, an vielen kommt nur einer, an anderen gar keiner bei den isolirten Zellen zur Anschauung. Dennoch findet man sehr häufig nach sorgfältigem Suchen und Herumrollen der Zelle Andeutungen der Ursprungsstellen der Ausläufer oder sehr kleine Reste derselben, welche also abgerissen waren; und je mehr wir untersuchten, desto mehr überzeugten wir uns, dass die Zellen in der Regel wirklich bipolar seien, ohne ganz verneinen zu wollen, dass hier auch unipolare Zellen vorkommen können. Hierdurch ist man gleichwohl nicht berechtigt, Rückschlüsse auf die Verhältnisse bei anderen Fischen oder Thieren zu ziehen, da ja der Petromyzon und dessen Verwandte in vielen Beziehungen Eigenthümlichkeiten im Bau ihres Nervensystems zeigen. Wir erinnern in dieser Hinsicht nur an das Fehlen des Myelins in den Nerven, an die mangelhafte Entwickelung des sympathischen Nervensystems, in dessen Ganglien bei anderen Thieren die Zellen ja bi- oder multipolar sind, u. s. w.

Wie oben erwähnt wurde, haben wir bei den einzelnen vergleichenden Untersuchungen, welche wir an anderen cerebrospinalen Ganglien beim Petromyzon anstellten, im Allgemeinen keine wesentliche Unterschiede gegenüber den soeben geschilderten Verhältnissen gefunden; näher sind wir jedoch auf diese Untersuchungen nicht eingegangen. Nur den Acusticus, bei dem die ganglio-cellulären Bildungen sehr interessante Variationen darbieten, haben wir genauer untersucht. Diese Bildungen treten in der Nähe des Labyrinthes sehr reichlich auf und lassen sich hauptsächlich in drei Kategorien bringen. Erstens findet man hier ganz einfache ganglionäre Anschwellungen der Axencylinder oder der myelinfreien Nervenfasern, welche Anschwellungen an der dicksten Stelle einen Kern tragen, der ganz den Kernen der Ganglienzellen gleicht. Die Anschwellungen gehen entweder nach beiden Seiten so vollständig diffus in die Nervenfasern über, dass man unmöglich bestimmen kann, wo sie eigentlich aufhören, oder sie grenzen sich nach der einen Seite oder nach beiden ein wenig schärfer ab; oder man sieht auch an der Mitte der Anschwellung eine ziemlich distincte Vermehrung derselben, und so entstehen Uebergangsformen zu mehr gedrungenen spindelförmigen Gestalten, welche lang ausgezogenen, entgegengesetzt bipolaren Ganglienzellen ähneln. In der Nähe der Kerne sieht man gewöhnlich einen grösseren oder kleineren Flecken, an dem die ganglionären Anschwellungen dunkler und stärker körnig sind. Bisweilen breitet sich diese stärker körnige Beschaffenheit sehr weit aus. Alle Nervenfasern sind von einer ganz distincten Schwannschen Scheide umgeben, welche sich mit ihren im Verhältniss zu andern Nervenfasern ziemlich dicht liegenden Kernen über die ganglionären Anschwellungen ohne Unterbrechung fortsetzt. Die Nervenfaser, an welcher die Anschwellung sitzt, scheint jederseits derselben im Allgemeinen ziemlich gleich dick, oder auch der eine Ausläufer ein wenig schmäler als der andere zu sein, was jedoch schwer mit Sicherheit zu beurtheilen ist, da es häufig unsicher ist, wo die Anschwellung in der That vollständig aufhört. Um einen Begriff von der Grösse dieser Anschwellungen im Verhältniss zu den sie tragenden Nerven und den unten zu schildernden Ganglienzellen zu geben, führen wir hier einige Masse an. So fanden wir an einer Nervenfaser von 0.005 Mm. Breite die ganglionäre Anschwellung an ihrer dicksten Stelle 0.012 Mm., bei einer andern breiteren Faser von 0.012 Mm. war die Anschwellung 0.045 Mm. und an einer Faser von 0.008 war die Anschwellung 0.016 u. s. w. Die von einer Anschwellung von 0.030 Mm. Dicke an beiden Seiten sich fortsetzenden Nervenfasern massen in grosser Entfernung von der Anschwellung 0.018, resp. 0.015 Mm. Dies nur als Beispiele, an denen man sehen kann, wie sehr die Verhältnisse wechseln. Die Grösse der Kerne der ganglionären Anschwellungen schwankt zwischen 0.018 Mm. und 0.024 Mm.; die Kernkörperchen messen ungefähr 0.005 Mm. bis zu 0.006 Mm. und die Kapselkerne gewöhnlich 0.009 Mm. Am häufigsten findet man die beschriebenen ganglionären Anschwellungen in Gruppen nebeneinander.

Die zweite und der Zahl nach weit überwiegende Form von ganglio-cellulären Bildungen im Acusticus des Petromyzon sind verhältnissmässig sehr kleine bipolare Ganglienzellen. Sie sind in der Regel von einer, entweder ausgezogenen oder mehr gedrungenen spindelförmigen Gestalt, oder auch mehr kuglig geformt; ihre beiden als Nervenfasern sich fortsetzenden Ausläufer entspringen gewöhnlich einander gerade gegenüber. Der eine Ausläufer scheint uns im Allgemeinen, wie an den Ganglienzellen des Trigeminus, ein wenig gröber als der andere zu sein, was von den Messungen, welche wir anstellten, bestätigt wurde. Die Scheide der Nervenfasern, an der die Zellen sitzen, geht als Kapsel um die Zellen fort, und in der Kapsel findet man einige wenige Kerne. Die ganzen Zellen sind häufig nicht einmal so gross wie die Kerne der oben am Trigeminus beschriebenen Zellen oder die soeben geschilderten Kerne der ganglionären Anschwellungen der gröberen Acusticusfasern. Auch die Kerne und die Kernkörperchen

sind verhältnissmässig klein. Einige Massangaben mögen diese Verhältnisse beleuchten. Die fraglichen Zellen schwanken grösstentheils zwischen 0.008 und 0.026 Mm. in der Länge, 0.0064 und 0.0096 Mm. in der Breite. Die Kerne messen im Allgemeinen ungefähr 0.008 Mm., können aber bis zu 0.0048 herabsinken. Die Kernkörperchen messen zwischen 0.0016 und 0.002 bis 0.003 Mm., können aber auch eine Grösse von nur 0.0008 haben. Die Ausläufer dieser Zellen scheinen uns zwischen 0.0012 und 0.004 Mm. zu schwanken. Bei einer sehr kleinen Zelle, die nur 0.008 Mm. lang und 0.0064 Mm. breit war, mass der Kern 0.0048 Mm., das Kernkörperchen 0.0008, der eine, breitere, Ausläufer 0.0016, der andere, schmälere nur 0.0012 Mm. Bei einer anderen, die 0.016 Mm. lang und 0.0096 Mm. breit war, war der Kern 0.008 Mm., das Kernkörperchen 0.002 Mm., der eine Ausläufer 0.004 Mm., der andere 0.003 Mm. Bei einer Zelle von 0.022 Mm. Länge und 0.011 Mm. Breite, mit einem Kern von 0.0048 Mm., war der eine Ausläufer 0.0024, der andere 0.0016 Mm. u. s. w. Unter diesen kleinen Ganglienzellen finden sich nun einzelne, welche eine bedeutendere Grösse zeigen, und so entstehen Uebergangsformen zu der noch zu beschreibenden dritten Zellenform des Acusticus. Diese dritte Form besteht aus sehr grossen Ganglienzellen, welche theils vereinzelt unter den andern, gewöhnlich aber in grösseren Nestern dicht nebeneinander in vollständig ganglionärer Anordnung liegen. Sie nehmen sich wie Riesen unter den oben beschriebenen Pygmäen aus. Sie sind in der Regel kugelrund, dunkler körnig als die kleinen und haben grosse Kerne und Kernkörperchen wie die Ganglienzellen des Trigeminus. Die Kapseln sind stark, die Kapselkerne sparsamer als bei den Ganglienzellen des Trigeminus, und der protoplasmatische Ueberzug der Innenfläche scheint uns auch dünner als dort zu sein. Häufig sieht man nur drei Kapselkerne am Umriss der optischen Durchschnitte; bisweilen kann man jedoch bis zu zehn oder darüber an den grösseren Zellen rechnen. Diese Zellen messen ungefähr 0.030 Mm. bis 0.064 Mm., ja wir haben eine sehr grosse Zelle von 0.18 Mm. gemessen. An dieser Zelle mass der Kern 0.021 Mm.; an einer andern Zelle von 0.042 Mm. Grösse war der Kern 0.0064 Mm. und dies letzte Mass ist das gewöhnliche für die Kerne. Wenn diese grossen Zellen in natürlicher Lage sich befinden, sieht man im Allgemeinen gar keine Ausläufer an denselben, oder auch nur einen einzigen. Beim Isoliren bemerkt man auch an den meisten nur einen Ausläufer und könnte dann sehr geneigt sein anzunehmen, dass hier wirklich unipolare Zellen vorkommen. Bei genauerer Untersuchung findet man jedoch an vielen von den Zellen ganz bestimmt zwei Ausläufer, von welchen der eine in der Regel gröber als der andere zu sein scheint. Sie gehen nicht einander gerade gegenüber ab, sondern einander genähert; daher ist es verhältnissmässig schwer und erfordert eine günstige Lage der Zelle, um beide Ausläufer auf einmal zu sehen. Die Ausläufer dieser Zellen oder die zugehörigen Nervenfasern sind verhältnissmässig grob. Wir haben solche bis zu einer Dicke von 0.009 Mm. oder noch mehr gemessen. An einer Zelle von 0.035 Mm. Grösse war der gemessene Ausläufer indessen nur 0.0032 Mm. dick, an einer Zelle von 0.064 Mm. Durchmesser war er 0.0048 Mm., und an der erwähnten grossen Zelle von 0.18 Mm. Grösse war er 0.012 Mm.

Das Bindegewebe und die Saftbahnen der Spinalganglien.

Historischer Rückblick.

Nachdem wir den wesentlichsten Bestandtheil der Ganglien, die Ganglienzellen, geschildert haben, bleibt uns übrig, das Bindegewebe und die Saftbahnen jener Organe zu besprechen. Schon bei älteren Anatomen findet man, wie aus der obigen geschichtlichen Darstellung hervorgeht, einige Angaben über die Umhüllungen und das bindegewebige Stützgewebe der Ganglien. Vieussens sagt, dass die Ganglien von der Dura und der Pia mater umhüllt sind.

Lancisi spricht von drei Membranen, welche durch zutretende Fasern verstärkt, ihren Ursprung von den Häuten des Gehirns nehmen; die äusserste umgiebt das Ganglion mehr lose und ist inwendig von einer Flüssigkeit benetzt; die mittlere liegt dichter an, die innerste noch dichter und an ihr befestigen sich die das Innere des Ganglion bildenden Muskelfasern. Haase fand zwei Hüllen, Tunica cellulosa laxa und densa; letztere erhält nicht ihren Ursprung von der Dura mater, sondern fällt mit der zellgewebigen Hülle der Nerven zusammen; im Inneren liegt zwischen den Nervenfasern Zellgewebe mit Blutgefässen. Bogros sah bei seinen Injectionen der Nerven das Quecksilber in den Ganglien in Venen übergehen. Valentin äussert, das ganze Ganglion sei wie die grösseren Nervenstämme von einer oder mehreren Schichten von Zellgewebe eingehüllt. Nach Volkmann kommt in den Ganglien ein lockeres Zellgewebe vor, welches die Ganglienkugeln unter einander verbindet und ihre Zwischenräume ausfüllt; man erkennt es hier als einen halb häutigen, halb flockigen Stoff. Kölliker äussert, dass die Ganglienzellen von ihren Nachbarn und den Nervenröhren durch ein besonderes Gewebe getrennt werden, welches an isolirten Zellen wie eine besondere Hülle, die äussere Scheide, erscheint, in der That jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes System von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden darstellt, die die einzelnen Zellen zwischen sich aufnimmt, und nur seltener als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln vorkommt. Dies Bindegewebe tritt theils in Gestalt einer bald mehr homogenen, bald mehr faserigen Substanz mit eingestreuten, plattrundlichen Kernen auf, theils in Form einzelner, dreieckiger oder spindelförmiger, kernführender Zellen, die zum Theil wohl Epitheliumzellen gleichen, jedoch den Entwickelungszellen des Bindegewebes entsprechen. Nach Hassall ist jedes Ganglion von einer Membran von Fasergewebe umkleidet, einer Fortsetzung der gemeinsamen Hülle der ein- und austretenden Nerven; sie sendet Scheidewände in die Tiefe des Ganglion, welche die darin befindlichen Körperchen in einzelne Gruppen abtheilen. Nach Axmann werden die Ganglienkugeln und Nervenfasern durch ein Netzwerk von Zellgewebsfasern, Stroma, getragen und von einer ebenfalls aus Zellgewebsfasern bestehenden Scheide, Vagina, zusammengehalten. Die Ganglienkugeln sind in das Stroma wie die Ovula des Eierstocks eingebettet. Gerlach beschreibt das Stroma der Ganglien als ein modificirtes, theils homogenes, theils faserig erscheinendes und zahlreiche Kernbildungen einschliessendes Bindegewebe; ausserdem fanden sich auch wirkliche Zellen, meist von spindelförmiger Gestalt. Ist dieses Stromagebilde reichlich vorhanden, so umgiebt es die einzelnen Ganglienzellen sowie deren Fortsätze auf eine gewisse Strecke vollständig und entspricht dann der Scheide der Ganglienzellen. Nach Leydig besitzen die Ganglien eine äussere bindegewebige Hülle, die Fortsetzung des Neurilems, welche nach innen ein die Blutgefässe tragendes Fächerwerk abgiebt. Frey erwähnt als Hülle der Ganglien einen verschieden dicken, bindegewebigen Ueberzug, ein modificirtes Neurilem, welches theils aus fibrillärem Bindegewebe, theils aus der Remakschen Faserformation besteht und das Innere des Knotens durchzieht. Nach Polaillon findet sich an den Ganglien kein Perineurium, nur ein Neurilem; die Kugeln liegen dicht an einander ohne innere Scheidewände, es findet sich nur sehr wenig von einer amorphen (unstructurirten) Substanz, welche mit der grauen Hirn- und Rückenmarksubstanz verglichen werden kann; einige seltene Bindegewebsfasern, spindelförmige Körper oder Kerne sind zwischen den Kugeln und Nervenröhren gelagert. Fraentzel äussert, dass die Ganglienzellen mit ihren Kapseln in ein bindegewebiges, mit dem Perineurium in Verbindung stehendes Gewebe eingeschlossen sind, welches vollkommen dem Stroma einer Drüse gleicht. Henle und Merkel nehmen an, dass die die Nervenzellen der Ganglien trennenden Scheidewände, nebst den gestreckten Kernen der Nervenfasern und Capillargefässe kuglige Kerne (Körner) enthalten, die sich in gewissen Fällen zu einem Epithelium entwickeln. Wir schilderten die Scheiden und das Bindegewebe der Spinalganglien in folgender Weise: Die Duralscheide setzt sich über die Oberfläche des Ganglion fort; innerhalb dieser Scheide und mit ihr innig vermischt findet sich das Arachnoidalgewebe, welches aus an einander liegenden, feinen, Balken führenden Zellenhäutchen besteht. Von diesen äusseren Häutchen gehen Fortsetzungen ins Innere des Ganglion hinein; zwischen den Ganglienkugeln und Nervenfasern findet man häutchenähnliche, mehr oder weniger fibrilläre, mit Kernen versehene Ausbreitungen und gewöhnlich feine Bindegewebsfibrillen; hierzu kommen noch die Blutgefässe. Alle diese Bildungen scheinen nicht zusammengepackt zu liegen, sondern zeigen Lücken und Spalteuräume zwischen einander, in welchen die Injection in Form reichlicher Netze, die Ganglienzellenkapseln umspülend und zwischen den häutigen Fortsetzungen des Endoneurium zur Oberfläche hervordringend, verläuft, um zwischen ihre interlamellären Spaltenräume sowie von da in die ein- und austretenden Nerven auszufliessen. Nach Arndt liegen die Ganglienkörper einzeln oder gruppenweise zwischen einer Menge bald mehr bald weniger derben Bindegewebes. Dies Bindegewebe stamme vom Perineurium her und bilde das Stroma des Ganglion.

Histologische Beschreibung.

Wie aus obigem Rückblick ersichtlich ist, wurde das Bindegewebe der Spinalganglien im Ganzen von den Histologen nur mehr im Vorübergehen berücksichtigt, indem die Ganglienzellen fast allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen. Wir suchten deswegen, in Uebereinstimmung mit unserem Plane und in Zusammenhang mit unseren übrigen Studien über das entsprechende Gewebe der peripherischen Nerven dies in seinem Bau ziemlich schwer aufzufassende Bindegewebe und die betreffenden Saftbahnen zu erforschen und hielten uns, wie bei unseren übrigen Untersuchungen, besonders an die Verhältnisse beim Menschen, um so mehr als das Bindegewebe hier weit reichlicher entwickelt ist. Da wir oben bereits die Ganglienzellen geschildert haben, scheint es uns am besten, in der Beschreibung von innen nach aussen fortzuschreiten.

Die Ganglienzellen liegen (Taf. II Fig. 1, 4, 5, 6; Taf. V Fig. 1) entweder einzeln oder gruppenweise in ein interstitielles Gewebe eingebettet, welches, wie oben erwähnt wurde, schon in den Wurzeln erscheint und da als eine Art »präparatorischen» Gewebes beschrieben ist. An in Müllerscher Lösung und Alkohol gut erhärteten Präparaten (Taf. II Fig. 4, 5) erscheint dies interstitielle Gewebe der Spinalganglien als ein ziemlich dichtes theils mehr homogenes, theils mehr körnig-faseriges, Kerne führendes Bindegewebe, in welchem die Kerne im Allgemeinen sehr gedrängt liegen. Bei stärkerer Vergrösserung nimmt man nun aber in demselben hie und da kleine Löcher und Spalten wahr, zwischen welchen dünne, schwach körnige Scheidewände vorhanden sind. Wenn man indessen in das frische Ganglion durch Stichinjection Ueberosmiumsäure injicirt, erscheinen diese Löcher und Gänge des interstitiellen Gewebes viel grösser (Taf. II Fig. 6, 7); sie werden nämlich durch die injicirte Säure in ausgespanntem Zustande erhärtet. An und in den Wänden der dieselben abtheilenden, mehr oder weniger körnig-protoplasmatischen Häutchen liegen die kugel- oder eiförmigen Kerne. Das betreffende Gewebe zeigt aber im Ganzen an verschiedenen Stellen einen wechselnden Charakter. Bald besitzt es die eben beschriebene körnig-protoplasmatische, schwammige Beschaffenheit (Taf. II Fig. 6), bald aber erscheint es aus schärfer hervortretenden, dünnen, homogenen Häutchen zusammengesetzt, welche sich weiterhin spalten und einen mehr lamellären Bau zeigen (Taf. II Fig. 7). An den Wänden dieser Häutchen haften Zellen, die aus einem ziemlich kugelförmigen oder auch ovalen Kern und einer Protoplasmazone bestehen. Oft lösen sich diese Zellen von den Häutchen ab und flottiren dann in den Spaltenräumen mehr oder weniger frei; ihre Protoplasmazone ist von wechselnder Gestalt, indem sie häufig als rundliche oder polygonale Platte erscheint, oft aber nach zwei Richtungen hin zugespitzt ausläuft oder flügelartig verbreiterte Fortsätze in verschiedenen Richtungen aussendet (Taf. II Fig. 4—7). Zwischen dem exquisit körnig-schwammigen und dem lamellären Gewebe giebt es verschiedene Uebergangsformen, so dass bald dieser, bald jener Typus mehr hervortritt. Ausserdem bekommt man, besonders an den Stellen, wo der lamelläre Charakter stärker ausgeprägt ist, auch Andeutungen eines faserigen Baues, indem an den Häutchen feine fibrilläre Faserzüge einzeln oder bündelweise verlaufen.

In dieses so eben geschilderte interstitielle Gewebe der spinalen Ganglien sind nun die Ganglienzellen sowie die übrigen Bestandtheile des Ganglion, nämlich die Blutgefässe und die Nervenfasern, eingebettet. Die Kapseln der Ganglienzellen liegen unmittelbar in diesem Gewebe; zwar haftet ihnen letzteres im Allgemeinen ziemlich eng an, indem die feinen Häutchen an ihnen sich befestigen; immer sind sie aber gegen dies Gewebe scharf begrenzt und lassen sich, besonders durch Einstichinjection von Ueberosmiumsäure, vollständig von ihm isoliren. Die Blutgefässe bilden, im interstitiellen Gewebe verlaufend, um und zwischen den Ganglienzellen mehr oder weniger zahlreiche Schlingen, meist von feinerem, capillarem Caliber, um dann zu grösseren Stämmchen sich sammelnd wieder nach aussen hin als venöse Gefässe auszutreten. Oben wurde betreffs der ins Ganglion eintretenden Wurzelstämmchen erwähnt, dass sie von mehrschichtigen lamellären Hüllen umgeben sind, welche in ihr Inneres Scheidewände entsenden und das Stämmchen in immer kleinere Abtheilungen trennen; sowie dass die einzelnen Stämmchen sich an einander inniger anschliessen und ihren gesonderten Charakter meistens mehr oder weniger verlieren. Von den nunmehr als dickere oder schmälere Bündel von Nervenfasern erscheinenden Stämmchen lösen sich kleine Bündelchen ab und

durchziehen die Gangliensubstanz in verschiedenen Richtungen, indem sie zwischen den Ganglienzellenhaufen sowie den einzelnen Ganglienzellen verlaufen. Eine Menge einzelner Nervenfasern, welche sich von diesen Bündelchen abzweigen, bilden ferner im interstitiellen Gewebe ein oft ganz verworrenes Geflecht (Taf. II Fig. 4, 5) und umspinnen die Ganglienzellen in verschieden gestalteten, zuweilen sehr sonderbar gebildeten Maschen, welche schon oben beschrieben wurden. Es sind diese Nervenfasern wenigstens zum grössten Theil markhaltig; die meisten gehören sogar der breiteren Categorie solcher Fasern an. Hie und da findet man indessen in den Nervenstämmchen, welche in den Spinalganglien verlaufen, unter den Bündeln markhaltiger Fasern auch einzelne oder mehrere myelinfreie, kernführende von derselben Beschaffenheit wie die in den peripherischen Nervenstämmen (S. unten). Der Bau der markhaltigen Nervenfasern weicht auch nicht von dem der Nervenwurzelfasern und der peripherischen Nervenstämme ab; man findet also ähnliche Einschnürungen an den Schwannschen Scheiden und von Körnchenzonen umgebene Kerne an der Innenseite derselben u. s. w.

Nachdem wir hiermit die im Inneren des Ganglion die Ganglienzellen zunächst umgebenden Gewebsbestandtheile geschildert, haben wir die Beschaffenheit des übrigen Bindegewebes der Ganglien zu beschreiben. Die Gangliensubstanz wird nämlich in eine Menge kleinerer Fachwerke durch feine, geschichtete Häutchen oder Lamellen abgetheilt. Diese Lamellen, welche von Häutchenzellen bekleidet und im Ganzen den subarachnoidalen Häutchen sehr ähnlich sind und ohne scharfe Grenze mit dem oben beschriebenen körnig-schwammigen, interstitiellen Gewebe zusammenhängen, legen sich hie und da dichter an einander und sammeln sich also zu immer stärkeren lamellären Scheidewänden, welche in verschiedenen Richtungen die Gangliensubstanz in entsprechend grössere Partien abgrenzen. Sie laufen um die feineren Bündel der Nervenstämmchen und gehen in ihre von dem Arachnoidalgewebe stammenden Scheiden über. Die gröberen, aus mehrfachen Lamellen bestehenden Scheidewände streifen nach der Oberfläche hin und bilden hier am Durchschnitt dreieckige Partien; an diesen Stellen biegen sich nun ihre einzelnen Lamellen aus einander und legen sich nach beiden Seiten hin der Oberfläche des Ganglion eng und innig an. Ausserhalb dieser am Querschnitt durch parallele, dicht liegende Linien begrenzten Lamellen sieht man dann eine Reihe anderer Linien, welche jenen vorbei verlaufen und concentrisch, der Ganglienoberfläche parallel, dicht neben einander ziehen (Taf. II Fig. 4; Taf. V Fig. 1—3).

In diesen Linien liegen hie und da spindelförmige Kerne und mehr oder weniger oft findet man in ihnen schmale Spalten, durch Zweitheilung der Linien entstanden; die Kerne haften bald der einen bald der anderen Wand der Spalte an. Die schmalen Zwischenräume der Linien enthalten eine glänzende, etwas körnige Substanz; die Anzahl der Linien ist indessen ziemlich wechselnd. An Schnitten mit Essigsäure behandelter oder noch besser in Holzessig oder Goldchlorid erhärteter Ganglien sieht man die beschriebene Anordnung besonders deutlich; die Zwischenräume der Linien sind hier nicht unbedeutend vergrössert, aus welchem Grunde letztere selbst mit ihren Kernen viel reiner hervortreten. Wenn man dies Gewebe der Ganglienhülle zerzupft, findet man nun, dass die Linien ebenfalls den Grenzen dünner lamellenartiger Häutchen entsprechen, welche an ihren Oberflächen die erwähnten Kerne tragen. Es lösen sich diese Häutchen, besonders wenn sie nicht zu stark erhärtet sind, leicht von einander ab. Flächenhaft ausgebreitet zeigen sie an ihrer Oberfläche in ziemlich gleichen Abständen zerstreute, abgeplattete, rundlich-ovale Kerne, welche hie und da von einer kleinen Zone von Körnchen umgeben sind. Uebrigens sind sie feinstreifig oder punktirt und enthalten feine Faserzüge, die in etwas wechselnder Richtung, hauptsächlich aber der Quere nach verlaufen, wobei sie sich vielfach kreuzen (Taf. II Fig. 8). Gerade diese Faserzüge bedingen nach Behandlung mit Essigsäure oder Holzessig die oben erwähnte Anschwellung der Lamellen. Es sind dies die unten bei der Darstellung der peripherischen Nerven näher zu beschreibenden perineuralen Lamellen (das Perineurium der Ganglien). Nach aussen hin nehmen die Lamellen immer mehr solche bindegewebige Fasern in sich auf und werden hie und da von schiefen Spalten unterbrochen. Die schichtenartige Anordnung ist dadurch weniger deutlich ausgesprochen. Stärkere elastische Fasernetze begleiten ihre Oberflächen. Hierdurch entsteht das von uns Epineurium der Ganglien genannte Gewebe. Bald tritt auch Fett in ihm auf, und es wird, wie oben erwähnt, lockerer und haftet den umgebenden Theilen an. Nach innen, nach der Oberfläche des Ganglion zu, werden hingegen die Lamellen etwas dünner. Die in solcher Weise aus dünnen geschichteten Lamellen bestehende, in ihren äusseren Partien lockere, in ihren inneren aber starke und feste Hülle umfasst das Ganglion überall und hängt mit den Scheidenbildungen der Wurzel sowie mit den vom Ganglion nach aussen abgehenden peripherischen Nervenstämmen innig zusammen, indem sie in das Perineurium der letzteren übergeht. Diese Hülle haftet der Oberfläche sehr fest an, was besonders durch die eben beschriebenen, von ihr aus dem Innern des Ganglion zahlreich aufgenommenen

lamellären Scheidewände, welche wir das Endoneurium der Ganglien nennen, und die in den verschiedenartigsten Richtungen in der Gangliensubstanz sich vertheilen, bedingt wird. Unter diesen endoneuralen Scheidewänden laufen die gröberen Blutgefässstämme, um sich, wie oben erwähnt wurde, in der Gangliensubstanz zu verzweigen und mit ihren feineren Maschen die Ganglienzellen zu umspinnen.

Hiernach gehen wir zu den Ergebnissen unserer Injectionen in Betreff der Saftbahnen dieser Organe über.

Bei der Beschreibung der Nervenwurzeln erwähnten wir, auf welchen Bahnen die vom Subduralraum und von den Subarachnoidalräumen injicirten Flüssigkeiten durch die Wurzeln bis zu den Ganglien gelangen. An den letzteren breiten sie sich nun theils in der sie äusserlich umgebenden Hülle aus, theils dringen sie mit den eintretenden Nervenstämmchen ins Innere des Ganglion ein (Taf. IV Fig. 1—5, 10; Taf. V Fig. 1—3). Diese beiden Injectionswege können bald gleichzeitig, bald auch nur einzeln gefüllt werden. Beide können sowohl von der subduralen als von der subarachnoidalen Flüssigkeit injicirt werden, im Allgemeinen hält sich aber erstere mehr an der äusseren Hülle, letztere hingegen dringt mehr mit den Nervenstämmchen ins Innere des Ganglion. Indessen vermischen sich die aus den beiden verschiedenen Räumen stammenden Flüssigkeiten in den Ganglien, indem ihre Bahnen hier zusammenlaufen. In der äusseren Hülle geht die Flüssigkeit zwischen den perineuralen Lamellen um das Ganglion fort und füllt die zahlreichen, unter sich zusammenhängenden Spaltenräume (Taf. IV Fig. 4; Taf. V Fig. 1—3); ferner dringt sie, theils nach aussen — und zwar besonders schön bei derartig leicht fliessenden Massen, wie Asphalt-Chloroform — zwischen die mehr unregelmässigen und vielfach verbundenen Lamellen des das Perineurium von aussen bekleidenden Epineurium (Taf. V Fig. 3), theils in die Spaltenräume zwischen den ins Innere des Ganglion eingehenden, sich immer mehr verzweigenden, endoneuralen Lamellen, um dann zuletzt in das eigentliche interstitielle Gewebe einzutreten. Hier breitet sie sich in den feinen Gängen und Spaltenräumen dieses Gewebes aus und bildet reichliche, nach allen Seiten hin anastomosirende, feinmaschige Netze und Ausbreitungen, welche in den Zwischenräumen des interstitiellen Gewebes zwischen den Ganglienzellenkapseln hervordringen und diese umspülen. Diese Netze sind, besonders wenn die Asphalt-Chloroform-Masse benutzt wird, sehr zierlich (Taf. V Fig. 1—3) und geben eine gute Erläuterung über die Beschaffenheit der Saftbahnen im Inneren des Ganglion. Mit den eintretenden Nervenstämmchen läuft nun andererseits die Flüssigkeit auch fort; sie dringt dabei theils zwischen die lamellären Hüllen derselben, theils in ihrem Inneren zwischen den dort befindlichen Häutchen sowie um die Nervenfasern in das Ganglion, um bei dem Auflösen der Nervenstämmchen in feinere Bündel mit diesen ins interstitielle Gewebe des Ganglion auszutreten und dasselbe System von reichlichen kleinmaschigen Gängen und Spaltenräumen zwischen den Ganglienzellenkapseln zu füllen, welches bei der Beschreibung der vom Perineurium des Ganglion eindringenden Injection erwähnt wurde. Wenn das Richardsonsche Blau bei diesen Injectionsversuchen von den Rückenmarksräumen aus angewandt wurde, füllte sich gewöhnlich (Taf. IV Fig. 2, 3) das ganze Gewebe derart, dass es auf grössere oder kleinere Strecken durch und durch blau wurde, indem auch die Lamellen und im Ganzen das interstitielle Gewebe von der während längerer Zeit (einige Stunden bis zu einem Tage) auf sie einwirkenden Injectionsflüssigkeit gefärbt wurden. Wenn aber die Asphalt-Chloroformmasse zur Injection benutzt war, wurden die dünnen Lamellen davon nicht gefärbt, sondern traten deutlich hervor; die injicirte Masse blieb in den schon oben beschriebenen Bahnen, den reichlichen Netzen von Spalten und Gängen. Nachdem sie also — die subdurale sowohl als die subarachnoidale Masse — die Gangliensubstanz durchdrungen und erfüllt hat, sammelt sie sich am äusseren Ende des Ganglion um die und in den austretenden Nervenstämmchen wieder, indem sie theils in deren lamellären Hüllen und inneren Fortsetzungen, theils in ihrem Inneren zwischen den Nervenfasern hervordringt. In dieser Weise läuft sie also in die peripherischen Nervenstämme über.

Wenn man aber statt der Füllung von den Rückenmarksräumen aus eine Stichinjection in die Spinalganglien macht, füllt sich ebenfalls in grösserer oder geringerer Ausdehnung das reichliche Saftbahnsystem der Gangliensubstanz. Im interstitiellen Bindegewebe werden mithin Netze von vielfach unter einander anastomosirenden, die Zwischenräume der Ganglienzellen durchspinnenden Gängen injicirt. Bei Anwendung der Asphalt-Chloroform-Masse werden die injicirten Netze sehr feinmaschig (Taf. V Fig. 1—3), bei der des Richardsonschen Blaues (Taf. IV Fig. 4, 5) mehr grobmaschig; sie ähneln, besonders in letzterem Falle, bei stärkerer Füllung oft im höchsten Grade wirklichen Lymphgefässnetzen; ampullenartige Erweiterungen erscheinen an den Gängen in reichlicher Zahl. Von diesen Netzen läuft die Flüssigkeit auch bei der Stichinjection in spaltenförmigen Räumen zwischen den feineren endoneuralen Lamellen und von den letzteren in immer grössere derartige Spalten aus, um endlich zwischen den

Lamellen des Perineurium sich auszubreiten. Die injicirte Flüssigkeit dringt aber auch zwischen die Häutchen der Nervenstämmchen, sowie in deren Inneres und läuft in ihnen sowohl centralwärts nach den spinalen Wurzeln, als peripherisch in die austretenden Nervenstämme aus, um in diesen theils im Perineurium, theils in den endoneuralen Fortsetzungen und zwischen den einzelnen Nervenfasern sich zu verbreiten. Sowohl bei Stichinjection als bei Injection von den serösen Räumen des Rückenmarks aus füllen sich mithin dieselben Systeme von Spalten und Gängen. Es liegt also hier das Saftbahnsystem der Spinalganglien in reichlicher Ausdehnung und Dichtigkeit vor. Von demselben sahen wir nun aber, wie beim Opticus und Auge u. s. w., keine abführende Lymphgefässstämme ausgehen; mithin steht dieses ganze Saftbahnsystem in keiner unmittelbaren Verbindung mit dem Lymphgefässsystem des Körpers. Dagegen hängt es direct einerseits mit den grossen serösen Räumen des Rückenmarks, andererseits mit den Saftbahnen der peripherischen Nervenstämme zusammen.

Diese vorstehend beschriebenen Verhältnisse bei den Spinalganglien kehren nun bei den Ganglien der cerebralen Nerven (Trigeminus, Vagus u. s. w.) wieder.

Der Bau der cerebrospinalen Nerven.

Geschichtliches.

Bei den älteren griechischen Schriftstellern geschieht der Nerven keine Erwähnung. Mit dem Worte *νεῦρα*, *nervi*, bezeichnete man nur Sehnen und Bänder [1]. Obwohl dies auch noch bei Aristoteles der Fall ist, beginnt doch mit ihm die Kenntniss einiger Nerven. Er beschreibt nämlich drei Nerven des Fischauges (den Trochlearis, den eigentlichen Augennerven und den Kiefernerven). Herophilus entdeckte dann, dass einige Sehnen, *νεῦρα*, die Empfindung, andere die Bewegung vermittelten. Auch Erasistratus und Eudemus werden für diese Entdeckung genannt; man hält es deswegen für nicht unwahrscheinlich, dass sie alle aus einer gemeinsamen orientalischen Quelle geschöpft haben. Herophilus fand, dass die Empfindungs-Sehnen immer vom Gehirn oder dem Rückenmark kommen, die Bewegungs-Sehnen aber von Knochen oder Muskeln ausgehen und an solche sich anheften. Erasistratus soll die eigentlichen Nerven in Empfindungs- und Bewegungs-Nerven getheilt haben, von welchen die ersteren hohl seien und aus den Membranen des Grosshirns ihren Ursprung nähmen, die letzteren aber aus dem grossen und kleinen Gehirne selbst entsprängen [2].

Galenus trat gegen die Auffassung auf, dass die Nerven von den Hirnhüllen ausgehen. Nach ihm ist, wie schon erwähnt worden, jeder Nerv mit drei Substanzen versehen; der mittlere und grössere Theil entsteht aus dem Gehirn selbst und wird erstens von einem Fortsatz der dünnen, dann von einem der dicken Membran rings umhüllt. Die aus dem Grosshirn entspringenden Nerven seien weicher und Empfindungsnerven, die aus dem Kleinhirn kommenden härter und Bewegungsnerven. Während das Gehirn der Sitz der Vernunft sei, hält er die Nerven für die Wohnung der Seele. Die Faserung sei durchgehender Charakter der Nerven.

---

[1] Die ältere Geschichte der Nerven bis Leeuwenhoek ist theilweise nach Ehrenberg (»Beobachtung« etc.) dargestellt.

[2] S. bei Rufus Ephesius: De partium corp. hum. appellat. Editio Clinch. London 1726.

Erst im sechszehnten Jahrhundert fangen die Anatomen wieder an, sich mit der Nervenstructur ein wenig zu beschäftigen. Koyter fand (1573), dass fadenförmige Markfasern, fibræ capillares, im Gehirne von der weichen Hirnhaut umgeben, die Nerven bilden, welche beim Austritt aus der Schädelhöhle von der Dura mater überzogen würden, und meinte, dass die Fasern jedes Nerven schon ursprünglich in so viele und so dicke Bündel besonders eingehüllt wären, als in seinem Verlaufe Zweige von ihm abgingen; kein Nerv bestehe aus einem einzelnen Faden. Du Laurens konnte in den Nerven keine Höhlung finden; Vesling bestätigte dies, sah aber doch die Nerven für Gefässe und Canäle an, die mit einem weisslichen Marke erfüllt wären.

Mit Leeuwenhoek [1]), dem Begründer der mikroskopischen Anatomie, beginnt auch die Erforschung der Nervenstructur. Im Jahre 1715 erwähnt er, neulich wahrgenommen zu haben, dass die Fleischnerven der Thiere aus 4—20 Strängen zusammengesetzt seien. Nicht nur einzelne Nervenstränge seien hohl, sondern alle mit vielen Höhlungen versehen. Zwei Jahre später meldet er, dass er die Höhlungen der Nerven bei einer Kuh direct beobachtet habe. Es seien gegen hundert Gefässe, welche einen einzelnen Nerven bilden. Eine regelmässige Saftbewegung oder Cirkulation sei in den Nerven nicht bemerkbar. An den Nervensträngen sah er zuweilen auch Blutgefässe. In dem an Dicke einem Barthaare gleichen Nerven eines Löwen schätzte er die Zahl der Röhren auf 1000.

Nach Haller [2]) bestehen die Nerven inwendig aus Mark, das vom Hirn und Rückenmark sich in dieselben fortsetzt. Dies Mark wird von der Pia mater zu Bündeln vereinigt; die Bündel sind in verschiedenen Nerven von verschiedener Anzahl; sie sind, sagt er weiter, durch ein Zellgewebe verbunden, in welches auch die innere Schicht der Dura mater eingeht. Mit dem Mikroskope sieht man aber die Bündel sich in kleinere und endlich in zahllose Fasern auflösen. Im Uebrigen ist er geneigt, die röhrige Beschaffenheit der Nerven anzunehmen, durch welche die Nervenflüssigkeit umhergeführt werden könnte.

Nach Prochaska [3]) werden, wie oben angedeutet wurde, die vom Gehirn und Rückenmark abgehenden Nerven von den drei Häuten derselben umfasst, indem die Arachnoidea und die innere Schicht der Dura mater von den knöchernen Austrittstellen an zusammen diese Nerven in ein zelliges Gewebe einhüllen und dieselben in ihrem weiteren Verlauf begleiten; eine zweite Hülle der Nerven geht von der Pia mater ab von ihrem Ursprung bis zu ihren Enden; letztere Hülle umfasst aber nicht nur die einzelnen Bündel, sondern schickt auch nach deren Innerem viele häutige Septa, durch welche die Bündel in kleinere Fascikel getheilt werden. Diese Hülle und ihre Septa tragen die Blutgefässe der Nerven. Die Marksubstanz der Nerven besteht nach ihm aus ähnlichen Kügelchen, wie sie in der Barksubstanz des Gehirns vorkommen, nur sind dieselben in den Nerven mehr in geraden Linien angeordnet, so dass sie als Fasern erscheinen.

In seiner Arbeit über das Viperngift [4]) hat Fontana unter Anderem genauere, auf die Nervenstructur bezügliche Angaben niedergelegt. Nachdem er einige frühere zweifelhafte Beobachtungen erwähnt, sagt er: »Ich glaubte dann, dass der Nervenprimitivcylinder (le cylindre nerveux primitif) aus einem durchsichtigen, kleineren, gleichmässigeren Cylinder bestehe, welcher mit einer anderen, vielleicht cellulären Substanz bedeckt sei. Meine späteren Beobachtungen bestätigten immer mehr diese Annahme, welche sich endlich als wirkliche Wahrheit ergab. Ich sah in vielen Fällen diese beiden Theile, welche den Nervenprimitivcylinder zusammensetzen. Der eine liegt nach aussen, ist uneben und höckerig; der andere ist ein Cylinder, welcher aus einer besonderen, durchsichtigen, homogenen Membran gebildet zu sein scheint; letztere scheint mit einer gelatinösen Flüssigkeit gefüllt zu sein, die von einer gewissen Consistenz ist». »Als ich eingehender die äussere Hülle der Nervenprimitivcylinder untersuchte, glaubte ich wahrzunehmen, dass sie aus gewundenen Fasern (fils tortueux) zusammengesetzt sei, welche längs dem Nerven verliefen und eine Hülle für die inneren Cylinder bildeten; ich überzeugte mich später noch mehr davon mittelst einer Linse, welche 800 Mal vergrösserte. Die Fig. VIII stellt einen Nervenprimitivcylinder dar, welcher von seiner äusseren Scheide bedeckt ist. Man sieht, dass sie aus sehr feinen gewundenen Fasern besteht, welche längs dem Cylinder verlaufen». »Diese die Cylinder bedeckenden gewundenen Fasern werde ich die gewundenen Cylinder der Nerven (Cylindres tortueux des nerfs) nennen, und da ich sie zusammen als eine Hülle der Nervenprimitivcylinder betrachte, werde ich sie als äussere Scheide (gaine externe) der Nervenprimitivcylinder bezeichnen». »Dies ist die primitive Zusammensetzung der Nerven. Der Nerv besteht aus einer Anzahl durchsichtiger, homogener,

[1]) Opp. I—IV.

[2]) Elementa Physiologiæ corporis humani. Tom. IV, Lausannæ 1762.

[3]) De structura nervorum. Vindobonæ 1779.

[4]) Sur le vénin de la vipère. Tom. II. Florence 1781.

gleichmässiger, sehr einfacher Cylinder oder Röhren. Diese Röhren scheinen von einer Wandung oder Hülle gebildet zu sein, welche sehr fein und gleichmässig ist und die, soweit das Auge es zu unterscheiden vermag, mit einer durchsichtigen, gelatinösen, in Wasser unlöslichen Flüssigkeit gefüllt ist. Jede dieser Röhren erhält eine Hülle in Gestalt einer äusseren Scheide, welche aus einer zahllosen Menge gewundener Fasern besteht».

In einer späteren Arbeit hebt FONTANA[1]) hervor, dass die gebänderte äussere Zeichnung durchgehender Charakter aller Nerven und eine nur durch die wellenförmige Lagerung der Parallelfasern der Nervenhülle hervorgerufene Erscheinung sei. Diese Parallelfasern der Oberfläche nennt er *cylindri tortuosi* und giebt ihre Dicke zu etwa $^1/_{1000}$ Lin. an. Im Innern der Nerven sah er die Masse aus parallelen Fäden bestehen, die er Primitivfasern, *cylindri nervosi primitivi*, nennt. Diese primitiven Nervencylinder sind dünnwandige Canälchen, in welchen eine schleimige, zäh-elastische, feinkörnige, in Wasser unlösliche Substanz sich findet, welche aus derselben herausgepresst werden kann. Ferner bietet er die Angabe, dass jede einzelne Primitivröhre der Nerven in eine Scheide von zahllosen »cylindri tortuosi» eingehüllt sei. Man hat diese Angaben FONTANAS in verschiedener Weise gedeutet. Am meisten scheint wohl die Ansicht für sich zu haben, dass er den Axencylinder und die Myelinscheide gesehen habe, obwohl seine Beschreibung derselben mehrfache Zweifel übrig lässt.

Nach MONRO[2]) werden die Nervenstämme von einer dicken und starken Membran bedeckt, welche besonders beim Opticus deutlich eine Fortsetzung des inneren Theils der Dura mater ist. Zwar kann letztere an den Nerven nicht völlig deutlich als die ganze äussere Nervenhülle dargelegt werden, sie stimmt aber mit ihr in so vielen Beziehungen überein, dass man sie sehr wohl für eine Fortsetzung derselben halten kann. Die dickere Hülle werde von einzelnen Anatomen (HALLER) nur den Stämmen der Nerven zugeschrieben; die feineren Stränge oder Funiculi, welche die Stämme zusammensetzen, sollen nur von der Pia bekleidet sein. Nach MONRO haben aber in den meisten Nerven und besonders in allen denjenigen, welche unter den Muskeln verlaufen und in ihnen enden, die Funiculi oder schmäleren Stränge eine ähnliche dichte, fibröse Hülle und innerhalb die dünne vasculäre Pia mater. Bezüglich des mikroskopischen Verhaltens der Nervenfasern sah MONRO bei ihnen wie bei vielen anderen Gegenständen reichliche sich windende Fäden; er überzeugte sich aber später, dass dies die Folge einer optischen Täuschung sei.

Nach BICHAT[3]) besteht jeder Nerv aus einer äusseren Membran in Gestalt eines Canals und aus dem von demselben umschlossenen Nervenmark. Der membranöse Canal, das Neurilem, ist eine Fortsetzung der Pia mater, aber viel weicher und weniger anhaftend als die Pia des Rückenmarks. Das Neurilem ist durchsichtig und hat viel Uebereinstimmung mit Zellgewebe. Das Mark oder die medulläre Substanz der Nerven, welche das Innere des Neurilemcanales ausfüllt, ist nicht in Fasern angeordnet; im Allgemeinen schien es ihm, dass diese Substanz, gleich wie die cerebrale, mit Ausnahme der dieselben durchlaufenden Gefässe, eher unter Flüssigkeiten als unter festen Körpern aufgeführt werden dürfte, oder dass sie vielmehr in der That den Uebergang zwischen beiden darstelle. Eine äussere reichliche Schicht von Zellgewebe bekleidet die Nerven und vereinigt sie mit den umgebenden Theilen; von demselben, welches celluläre Canäle um die Nervenstränge bilde, gehen Verlängerungen zwischen die einzelnen grösseren und kleineren Stränge und ihre Bündel hinein; in diesem Zellgewebe laufen die Blutgefässe der Nerven ins Innere derselben.

G. R. TREVIRANUS[4]) meint auch, dass die Röhren von feinen und gewundenen Cylindern umgeben sind, welche indessen nicht durch Verbindungen unter einander ein Netz bilden, sondern parallel um die Nervenröhre verlaufen.

BARBA[5]), welcher, wie sein Lehrer DELLA TORRE, in der Nervensubstanz überall nur Körnchen von etwas verschiedener Grösse fand, beschreibt den Bau der peripherischen Nerven folgendermassen: sie bestehen aus vielen länglichen Nervenfädchen und aus zellgewebigen Membranen. Die Nervenfädchen sind nicht aus noch kleineren zusammengesetzt. Die Scheide jedes Nervenfäserchens sei von zelliger Natur und bestehe aus einer unzähligen Menge enge unter sich verbundener Fäden. Das Innere jeder Nervenfaser sei in verschiedene membranöse Schichten getheilt; die Membrane, welche diese Schichten bildet, sei von derselben Beschaffenheit wie die der äussern Hülle jedes Nerven. Die nervöse Materie sei eine wirkliche Hervorbringung der Gehirnmasse, weil sie aus ähnlichen durchsichtigen

[1]) Opuscoli scientifici. Firence 1783.

[2]) Observations on the structure and functions of the nervous system. Edinburgh 1783.

[3]) Anatomie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine, übers. v. PFAFF, Th. I 1, Leipzig 1802, ebenso wie: Nouvelle édition. Tome premier. 1821.

[4]) G. R. u. L. CH. TREVIRANUS, Vermischte Schriften. Bd I. Göttingen 1816. (Nach REMAKS »Observationes» angeführt).

[5]) Observationi microscopiche sul cervello e sue parti adjacenti. Sec. Edit. Napoli 1819. (S. die deutsche Uebers. v. A. VON SCHOENBERG. Würzburg 1819.

Kügelchen bestehe. Ein Nerv ist demnach in mehrere Schichten getheilt. Diese Schichten seien mit der äusseren Hülle concentrisch, oder eigentlich wie eine sich selbst umwickelnde Papierrolle oder nach Art einer Spindelschraube angeordnet, wobei sich immer die nervöse Materie zwischen den Windungen der zelligen Hülle befindet.

Prevost und Dumas [1]), wahrscheinlich durch die doppelten Contouren des Markes verleitet, meinten, dass die Nervenfasern aus vier parallel liegenden Fasern beständen.

Bogros [2]), welcher, wie es scheint, der Erste war, der Injectionen in die Nerven machte, suchte zu erweisen, dass »alle Nerven, mit Ausnahme des N. opticus, acusticus und olfactorius, von einem für Injection durchdringlichen Canal durchbohrt sind; die Wände dieses Canals sind aus zwei Häuten von verschiedener Structur gebildet». »Die erste, das sog. Neurilem, besteht aus mehreren fibrösen Schichten; die äussersten bilden eine gemeinsame Umhüllung für alle Nervenfascikel (Fasern, »filets») eines Nervenstrangs». »Die innersten Schichten versehen jeden Fascikel mit einer gesonderten Haut, welche der inneren Haut innig angefügt ist. Diese letztere, die sog. pulpöse Haut, umfasst jeden einzelnen Nervenfascikel». Bogros scheint die Primitivfascikel (les filets) für die letzten Elemente der Nerven gehalten zu haben. Er machte Injectionen von Quecksilber in die Nerven, und es gelang ihm dieselben auf grosse Strecken zu füllen. Von seinen Injectionen in die spinalen Wurzeln und Ganglien ist schon oben die Rede gewesen. Die canaliculöse Structur erstreckt sich bis in die Dicke der Ganglien hinein. Dort hat das Quecksilber Ablauf in die Venen. Es dringt auch in die Ursprungsfascikel des Sympathicus hinein. Nach den Endigungen der Nerven zu dringt die Injection sogar in, dem blossen Auge unsichtbare, Verzweigungen ein, welche in den Muskeln derart enden, dass sie der Richtung ihrer Fasern folgen, und einige in der Haut und in den Schleimhäuten sogar die Oberfläche erreichen können. Betreffs der durch die Injection nachweisbaren Anastomosen äussert Bogros: »Die Injection zeigt drei Arten von Anastomosen in den Nerven; die erste findet zwischen allen Fascikeln statt, welche aus demselben Ganglion ausgehen. Die zweite besteht in der Vereinigung eines Nervencanals mit einem anderen; sie kommt nicht nur unter allen Fascikeln desselben Nervenstrangs, sondern auch mit denen eines angrenzenden Strangs vor; derartig sind die Anastomosen, welche in dem Plexus brachialis und cruralis u. s. w. vorhanden sind. Die dritte Art findet dadurch statt, dass ein oder mehrere Fascikel eines Nervenpaares sich einem Strang eines anderen Paares anlegen». Bogros findet übrigens, dass der Canal der Nervenfascikel sehr klein ist im Verhältniss zu den Wänden; er schliesst dies aus der Feinheit der Quecksilbersäule, welche die injicirten Nervenstücke durchläuft. Die Injection des Sympathicus am Halse, der Nervi cardiaci und gewisser Fascikel des Plexus solaris hat ihm den obigen ähnliche Resultate ergeben und gezeigt, dass die Ursprungsfascikel des Sympathicus unterhalb der Ganglien, welche an der Seite der Wirbel liegen, fortgehen, ohne sich mit jenen zu identificiren. Gegen Bogros' Schilderung traten Breschet und Raspail [3]) auf; sie suchten darzulegen, dass es in den Nerven keinen nach dem Tode leicht injicirbaren Canal gebe.

G. R. Treviranus [4]) beschrieb späterhin die Nerven als aus häutigen Scheiden bestehend, die mit einer Materie, dem Nervenmark, ausgefüllt sind; diese Materie zeigt unter dem Vergrösserungsglase in manchen Nerven, besonders denen der kaltblütigen Thiere, nichts weiter, was ihr wesentlich ist, als längslaufende, parallele Streifen, in deren Zwischenräumen sich unregelmässige Querstreifen befinden. »Oft ist sie in den Zwischenräumen der längslaufenden Striche, den Markfasern, zu Kügelchen gestaltet, und zuweilen besteht sie aus Reihen solcher Kügelchen». Diese Form findet man öfter in den Nerven der Säugethiere und Vögel. »Bei den Wirbelthieren vereinigen sich jene Markfasern in manchen Nerven schon während des Verlaufs der letztern zu primitiven Bündeln, von denen jeder eine eigene, sehr dünne häutige Scheide bekömmt».

Durch Ehrenberg [5]) wurde dann eine nähere Kenntniss der feineren Structur der Nerven angebahnt. Es giebt nach ihm zwei Arten von Nervenröhren, cylindrische und gegliederte (variköse). Alle von ihm untersuchten Nerven — den Sehnerv, Gehörnerv, Geruchsnerv und den Sympathicus ausgenommen — bestehen seiner Ansicht nach »nur aus cylindrischen, parallel neben einander laufenden, normal nie anastomosirenden, etwa $^1/_{120}$ Linie

[1]) Journal de physiologie expérimentale et pathologique p. p. Magendie. Vol. III. 1823. Nach Anderen angeführt.

[2]) Répertoire général d'anatomie et de physiologie. Paris 1827. T. IV. Da das Original nicht zu erhalten war, haben wir die Angaben Bogros' nach Robins »Note sur le périnèvre» und Cruveilhiers Anatomie descriptive wiedergegeben.

[3]) Anatomie microscopique des nerfs; lu à la Société philomatique le 2 Juin 1827. (Nach Robin citirt).

[4]) Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Neu dargestellt. Bd II. Abtheilg. 1. Bremen 1832.

[5]) Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Bd 28. 1833. Ausführlichere Mittheilungen darüber gab er in seiner Arbeit: Beobachtung einer auffallenden bisher unerkannten Structur des Seelenorgans bei Menschen und Thieren. Berlin 1836.

(im Mittel) dicken Röhren, den Elementar-Nervenröhren oder den eigentlichen Nervenröhren, die bündelweis vereinigt wieder grössere Bündel bilden, welche man Nervenstränge nennt». Jedes einzelne Bündel und die ganzen Stränge, jedoch, wie er sich überzeugte, keineswegs die einzelnen Röhren, sind mit einer sehnigen, gefässreichen Hülle (Pia mater, Neurilem) umgeben. Sehr häufig verbinden sich verschiedene Nervenbündel durch falsche Anastomosen, indem die Röhren aus einem Bündel zu einem benachbarten übergehen; die einzelnen Röhren schmelzen aber nie zusammen. Die cylindrischen Röhren zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine viel grössere Höhlung haben und in derselben einen weniger durchsichtigen, markähnlichen Inhalt einschliessen. Durch Druck kann dieses Nervenmark aus den Röhren gepresst werden, worauf sie als leere Hüllen mit innerer und äusserer Wandgrenze sichtbar bleiben. Er suchte sogar, wenn auch ohne Erfolg, die Endigungen der peripherischen Nerven, z. B. an den Gefässen zu erforschen. Die andere Art von Nervenröhren, die gegliederten (varikösen), finden sich theils im Gehirn und Rückenmark, theils auch in den drei weichen Sinnesnerven und im sympathischen Nerv, sowie in den Ganglien desselben. Die varikösen Röhren liegen parallel oder bündelweise neben einander, sind abwechselnd und ziemlich regelmässig erweitert (varikös), von $^1/_{96}$—$^1/_{3000}$ Lin. Durchm. Die cylindrischen Röhren sind in den Nervenwurzeln unmittelbare Fortsetzungen der im Gehirn und Rückenmark befindlichen varikösen Röhren. In den Cylinderröhren konnte Ehrenberg keine rasche, bemerkbare Saftbewegung wahrnehmen. In einem Nachtrag meldet er, zusammen mit Joh. Müller beim Frosch in der mikroskopischen Structur keinen Unterschied zwischen Empfindungs- und Bewegungsnerven in den Nervenwurzeln gefunden zu haben.

C. Krause [1]) trat gegen die natürliche Existenz der gegliederten Nervenröhren Ehrenbergs auf und hielt die Varikositäten für Anhäufungen von Kügelchen, die durch Einwirkung des Wassers entständen. Ehrenberg vertheidigte dagegen seine Anschauung über dieselben.

Lauth [2]) fand in den verschiedenen Nerven die Röhren von verschiedener Dicke. In den Röhren sah er eine körnige Substanz. Die Wände derselben entsprechen nach ihm nicht dem Neurilem anderer Forscher; letzteres lasse sich sehr leicht untersuchen, und bestehe wesentlich aus einem Fasergewebe, welches sich in Nichts vom aponeurotischen Gewebe unterscheide.

Berres [3]) bestätigte in vielen Punkten die Ehrenbergschen Beobachtungen, äusserte aber in Bezug auf andere sehr eigenthümliche Ansichten; so z. B. sah er die Nervenröhren sowohl im Gehirn als in verschiedenen peripherischen Nerven sich dendritisch theilen. Die cylindrischen Röhren mit deutlichen Wandungen sah er besonders in den Muskelnerven.

Volkmann [4]) wich von Ehrenberg darin ab, dass er die Lumina der Röhren nicht deutlich wahrgenommen hatte.

G. R. Treviranus [5]) sprach Zweifel über die natürliche Existenz der Varikositäten der Nervenfasern aus; nach ihm entsteht diese Form erst durch Einwirkung von Luft und Wasser.

Remak [6]) untersuchte die Entwickelung der Formelemente der Cerebrospinalnerven und fand dabei, dass sie mehrere Stufen durchlaufen und diese noch zu einer Zeit fortsetzen, in welcher die übrigen Elementargewebe des thierischen Körpers bereits ihre vollständige intensive Ausbildung erlangt haben. Die Primitivfasern sind zuerst varikös und marklos. Die meisten von ihnen gehen durch Uebergangsfasern in die Form der cylindrischen über. Die Empfindungs- und Bewegungsnerven zeigen einen, das ganze Leben hindurch deutlich sichtbaren anatomischen Unterschied. Unabhängig von Lauth fand Remak, »dass es keinen einzigen Spinalnerven gebe, der nicht gegliederte Fasern enthielte». Beim erwachsenen Thiere sah er die Markfasern von einem viel undurchsichtigern, dichtern, scheinbar schwerer flüssigen Mark erfüllt, als in der frühern Zeit; die rein varikösen Fasern sind selten und die Uebergangsfasern viel seltener als in der frühern Zeit. Der Unterschied zwischen den Haut- und Muskelnerven ist eben so auffallend wie früher, aber meist bloss an der Dicke der Fasern und der grössern Menge von marklosen Fasern, die sich in den Hautnerven vorfinden, erkennbar. Die Untersuchungen waren am Kaninchen, aber auch am Menschen, am Kalbe, an der Taube, am Frosche und an Fischen angestellt.

---

[1]) Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Zweite Reihe. Bd I. 1834.
[2]) L'Institut. Tome II. 1834 (août).
[3]) Medicin. Jahrbücher des k. k. österreich. Staates. Neueste Folge. Bd 9.
[4]) Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtsinnes. 1836.
[5]) Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bd II. Bremen 1836.
[6]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1836.

Kronenberg [1]) bestätigte die Angabe, dass die Primitivfasern in den Nerven vom Gehirn bis zu den peripherischen Theilen isolirt verlaufen; sie wechseln nur die Bündel, und dies nicht nur in den Plexus, sondern schon überall in den Stämmen und Zweigen.

Valentin gab in seiner Monographie »Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven» [2]) eine ausführliche Darstellung seiner Untersuchungen über die peripherischen Nerven. Jede Primitivfaser bildet nach ihm von der äusseren Peripherie bis zu ihrer Einpflanzung in die graue Substanz ein vollständiges, nicht mit anderen communicirendes Leitungsrohr, welches aus einer zarten, aber nach Verschiedenheit der Stellen etwas verschieden dichten zellgewebigen Scheide und einem gleichmässigen, hellen, durchsichtigen, farblosen, halbflüssigen (nicht aus Kügelchen, Bläschen oder Fasern gebildeten) Inhalte besteht. Die erwähnte Scheide der Primitivfasern, welche aus feinsten, longitudinal verlaufenden Fäden besteht, ist indessen im Allgemeinen so überaus zart, dass sie ihres Inhaltes beraubt, gewöhnlich dem Anblicke verschwindet und nur in höchst seltenen günstigen Fällen ihre einzelnen Fasern, doch ebenfalls von dem umgebenden Zellgewebe kaum verschieden, erkennen lässt. Die Scheiden der einzelnen Primitivfasern liegen nämlich eng an einander und werden nur durch zellgewebige Fäden und zwischen diesen enthaltene Blutgefässzweige an einander geheftet. Die Bündel der Primitivfasern sowie der ganze Nervenstamm werden auch von bindegewebsfaserigen Scheiden umhüllt, und diese zellgewebige Umhüllung existirt an allen Punkten und verlässt die Nervenmasse weder in den letzten Enden der Nerven, noch in den Ganglien, obwohl in jedem der genannten Theile ihre Gestalt und ihre Dicke nach durchaus bestimmten Gesetzen Modificationen erleidet.

Durch Remaks Untersuchungen [3]) wurden dann einige sehr wichtige Fortschritte in der Kenntniss vom Bau der Nerven gemacht. Er beschrieb die cerebrospinalen Nervenfasern als aus zwei Theilen bestehend, nämlich aus einem festen, platten, sehr durchsichtigen Faden mit geraden und parallelen Rändern, mit gleichmässiger, sehr wenig unebener Oberfläche und von starker Textur; dieser Faden wird dann von einer bald dünneren, bald dickeren Scheide eng umgeben; an Nerven eben getödteter Thiere zeigt sich letztere als eine durchsichtige und gleichmässige Membran ohne jegliche Unebenheiten; nach einiger Zeit zieht sie sich stellenweise zusammen und wird uneben. Die von Fontana beschriebene äussere Scheide aus zahllosen gewundenen Fibrillen ist nach Remak nichts Anderes als Falten der Scheide, durch eine unregelmässige Zusammenziehung derselben entstanden. Remak hatte also den Axencylinder richtig erkannt. Ausser der erwähnten den Faden umgebenden Scheide nimmt er keine besondere Umhüllung desselben an; er leugnet das Vorkommen des Markes. Ferner beschrieb aber Remak die nach ihm benannten organischen Fasern und fand, dass dieselben nicht nur den Sympathicus bilden, sondern ausserdem in allen cerebrospinalen Nerven vorhanden sind. Diese organischen Fasern (S. übrigens die Abthlg. vom Sympathicus) sind nackt sehr durchsichtig, gleichsam gelatinös, viel dünner als die röhrigen Nervenfasern; ferner in ihrem Verlaufe mit Knötchen und gekernten Körperchen versehen, sowie zu Verzweigungen sehr disponirt, durch welche Eigenschaften sie leicht von Zellgewebsfasern zu unterscheiden sind. Die organischen Nervenfasern hatte Remak sogar in den vorderen und hinteren Wurzeln der spinalen Nerven gefunden.

Purkinje [4]) theilte seine Untersuchungen über die scheinbar »canaliculöse» Beschaffenheit der elementaren Nervencylinder mit. Bei sehr feinen durchscheinenden Querdurchschnitten durch die Nervenbündel eines frischen Nerven gelang es ihm, die Lumina der elementaren Nervenfädchen zu Gesichte zu bekommen. »Es zeigte sich an der äussersten Peripherie eine kreisförmige Doppellinie, entsprechend der umhüllenden Membran des Nervencylinders, welche gefässartig das Nervenmark enthält; dann folgte nach innen zu ein dickerer Kreis, die Schichte des Nervenmarks, und im Centrum eine meistens mehreckige vollkommen durchsichtige Stelle, die man als den innern Kanal des Nervenmarks ansehen konnte». An Längschnitten erhärteter Nerven zeigte sich »mitten im Nervenmarke ein dünner durchsichtigerer Streifen. Aehnliches sah man an den, aus den Schläuchen der Elementarfäden durch Quetschung hervordringenden cylinderischen Markfäden». Später wurde Purkinje wieder zweifelhaft über die Constanz dieser Differenzen im Nervenmarke; an frischen Nerven, die in lauem Wasser untersucht wurden, zeigte sich die innere Substanz sehr limpid, und keine Spur von einem innern Canälchen war da zu sehen. »Demohngeachtet», sagt er, »weisen jene Beobachtungen auf eine organisch angelegte Structur im Innern des Markes des elementaren Nervencylinders hin, und es ist kaum anzunehmen, dass diese Structurverhältnisse bloss durch die Wirkung der Verhärtungsmittel herbeigeführt worden wären».

[1]) Plexuum nervorum structura et virtutes. Berolini 1836.
[2]) Acta Acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. I. (Bei d. Akad. eingeg. Febr. 1836.)
[3]) Frorieps Notizen 1837 und besonders: Observationes anatomicæ et microscopicæ de systematis nervosi structura. Berolini 1838.
[4]) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag 1837. Prag 1838.

VALENTIN [1]) trat gegen die natürliche Existenz einer inneren festeren Faser der Primitivröhren auf, indem er meinte, dass REMAK das durch das Wasser geronnene Contentum vor Augen gehabt habe. »Dass es frisch und unverändert ölig, halbflüssig und durchsichtig und ohne jene angeblichen Längsstreifen» sei, ist nach VALENTIN leicht wahrzunehmen.

SCHWANN [2]) bestätigte das Vorhandensein des Remakschen Bandes. Die Scheide der Nervenfaser, die später nach ihm benannte »Schwannsche Scheide», hat gar keine faserige Structur, ist dünn, blass und von granulirtem Aussehen; an ihrer inneren Fläche finden sich bei ganz jungen Nerven constant, bei etwas älteren in einzelnen Fällen noch Zellenkerne. Diese Scheide sei eben als die Zellenmembran, durch Verschmelzung primärer Zellen entstanden, anzusehen; auf der inneren Fläche dieser Zellenmembran sei die weisse fettartige Substanz abgelagert. Die von REMAK beschriebenen feinsten, mit Zellenkernen versehenen organischen Fasern gleichen ganz dem frühern Zustande der weissen Nervenfasern; bei jenen kommt es entweder erst viel später oder gar nicht zur Bildung der weissen Substanz.

ROSENTHAL [3]) fand bei seiner unter PURKINJES Leitung vorgenommenen Untersuchung über das Nervengewebe, dass das Primitivband REMAKS, welches von ihnen zuerst Cylinder axis (Axencylinder) genannt wurde, in der That ein constantes Gebilde auch in frischen Nerven sei. Die dasselbe umgebende Schicht nannten zuerst sie Markscheide. In der äusseren Scheide der cerebrospinalen Nervenfasern, der Schwannschen, sahen sie öfter Kerne; in ihr fanden sie hie und da Fasern.

HENLE [4]) fand die sogenannten animalischen Primitivfasern, frisch und ohne Wasser untersucht, ganz hell und farblos mit einfachen Rändern, wie kristallen. Durch Zusatz von Wasser bilden sich im Innern, durch eine chemische Veränderung des Inhalts, zu jeder Seite des Randes, demselben parallele, aber gekräuselte, dunklere Linien und nach und nach wird der ganze Inhalt so verändert, dass er krümlich aussieht. Comprimirt man nun ein Bündel von Nervenfasern, so tritt die krümliche Masse hervor, und an den Enden der Fasern zeigen sich als Fortsetzungen derselben platte, blasse und schwach granulirte Fäden. Diese Fäden, welche REMAK für den Inhalt der Primitivröhren, die eigentliche Primitivfaser, gehalten hatte, schienen nun HENLE die entleerten Hüllen zu sein, aus denen der durch Wasser geronnene Inhalt ausgedrückt worden. Er erhielt nämlich Präparate, an denen der Uebergang der äusseren Contouren der Primitivröhren in die Contouren des Remakschen Bandes unzweifelhaft war.

Nach GERBER [5]) bestehen die Nerven aus hohlen, feinen, weichen, gleichartigen, cylindrischen, einzeln durchscheinenden Röhren, den Primitivfäden, welche durch formlose Bindesubstanz, oder Zellstofffasern, oder ausgebildete Zellstofffaden zu Bündeln und Strängen verbunden sind und eine schnell gerinnende Flüssigkeit einschliessen. Bei genauerer Untersuchung erkennt man innerhalb der durch scharfe Contouren bezeichneten stärkern Primitivschläuche eine zartere, mit sehr schief stehenden Kegeln besetzte Linie, welche von einem in frischen Nerven thätigen Flimmerepithelium herzurühren scheint, dessen kurze Flimmerkegel auf der Innenwand spiral geordnet zu sein scheinen.

In der das Nervenmark eng umschliessenden blassen Scheide der primitiven Nervenröhren konnte HENLE [6]) keine Kerne finden; er spricht von Einschnürungen an derselben, welche er nach Behandlung mit Essigsäure gesehen hatte, die er aber mit denjenigen der Bindegewebsbündel vergleicht. Das Neurilem der weissen Nerven besteht aus festem, fibrösem Bindegewebe. Es geht nach aussen in das formlose Bindegewebe, welches die Nerven umgiebt, allmählig über; nach innen schickt es Fortsätze, welche immer kleinere Mengen von Nervenfasern umhüllen und dieselben, in secundäre, tertiäre u. s. w. Bündel getheilt, zusammenfassen. Verflechtungen und Anastomosen der Bündel aller Ordnungen sind sehr gewöhnlich. Die Septa zwischen den feineren Bündeln bestehen aus Fasern oder Membranen, welche mehr Aehnlichkeit haben mit Formen, die das Bindegewebe während seiner Entwickelung durchläuft, oder Uebergänge zwischen Bindegewebe und Epithelien darstellen. Häufig kommen noch ächte Bindegewebsfibrillen vor, aber nicht mehr so bestimmt in Bündel parallel geordnet, sondern mehr vereinzelt und durchflochten. Dazwischen finden sich Fasern mit länglichen Anschwellungen, sowie »structurlose, glashelle oder schwach granulirte häutige Röhren mit aufliegenden und in die Länge gezogenen Zellenkernen»; »ich sah», bemerkt HENLE,

[1]) Repertorium für Anatomie und Physiologie. Bd III. 1838.

[2]) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinst. in der Structur u. d. Wachsthum d. Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

[3]) De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Dissert. inaug. Vratislaviæ 1839. (Nach den Angaben von KÖLLIKER und anderer Verfasser angeführt).

[4]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1839.

[5]) Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. 1840.

[6]) Allgemeine Anatomie. 1841.

»solche Röhren, welche nur zwei Primitivfasern umschlossen. In der Wand dieser Röhren entwickeln sich ähnliche, in Essigsäure unlösliche Fasern, wie in der gestreiften Gefässhaut». Zwischen den Elementen des Bindegewebes verlaufen die Capillargefässe.

Auch MANDL [1]) unterschied zwei Arten von Nervenfaserelementen, nämlich die cerebrospinalen Fasern mit doppelter und die in den grauen Nerven vorhandenen mit einfacher Contour.

Nach HANNOVER [2]) ist die »Zellenscheide» der Nervenfaser ein hohler Cylinder, welcher aus einer homogenen sehr blassen Membran gebildet ist, in der er eine Zusammensetzung aus Fasern nie deutlich wahrnehmen konnte; bei jüngeren Thieren nimmt diese Scheide häufiger an den Varikositäten Theil. Der Axencylinder ist sehr feinkörnig; selten sieht man in ihm Längsstreifen; er ist nicht platt, sondern cylindrisch und es ist sehr wahrscheinlich, dass er nicht solid, sondern hohl ist. Das coagulirende Mark bildet besonders bei jüngeren Thieren Varikositäten. Die Nervenfasern werden durch das aus gewöhnlichem Zellgewebe bestehende Neurilem zu grösseren oder kleineren Bündeln oder Zweigen vereinigt. In den Stämmen der vorderen sowohl, als der hinteren Nervenwurzeln findet sich Zellgewebe ohne Kerne, dessen Fasern isolirt oder zu Bündeln vereinigt verlaufen, welche letztere sich gabelförmig spalten und dunkel sind; diese Fasern sind nicht elastische Fasern. In den weissen Nervenzweigen, sogar in den hinteren Nervenwurzeln, finden sich in geringer Menge vegetative Nervenfasern eingemischt.

JOH. MÜLLER und BRUECKE [3]) beobachteten an den Augenmuskeln des Hechts wirkliche Theilungen von Nervenröhren in zwei Röhren; diese Theilungen wiederholten sich zuweilen bei einer und derselben Faser zwei und selbst drei Mal.

Nach CRUVEILHIER [4]) besitzt jeder Nervenstamm ein gemeinsames Neurilem oder eine gemeinsame fibröse Scheide und ausserdem ist jeder Nervenfascikel mit einer eigenen Scheide versehen. Die Neurilemcanäle theilen sich und anastomosiren wie die Nervenfascikel selbst; sie bestehen aus fibrösem Gewebe und schützen die Nervenfasern. Das Nervenneurilem ist eine Fortsetzung des Neurilems des Rückenmarks. Die Nervenfasern verflechten sich mit einander, sind aber von einander vollständig unabhängig. CRUVEILHIER, welcher der Einzige ist, der den Injectionsversuchen von BOGROS Aufmerksamkeit schenkte, injicirte die Nerven nach der Methode dieses Forschers. Er stach die Spritzencanüle in den Nervenfascikel hinein und sah dabei das Quecksilber in der Mitte des Fascikels bald oberhalb, bald unterhalb des Einstichs in eine grössere oder geringere Anzahl benachbarter Fascikel übergehen; wenn die Injection gelang, wurde eine ansehnliche Menge der den Nervenstamm bildenden Fascikel, und zwar in ihrer ganzen Länge, injicirt. Ein leichter Druck unterstützt nach ihm das Hervordringen des Quecksilbers; oft bersten jedoch die Wände und es tritt eine Extravasation ein. Wenn man aber einen mehr oberflächlichen Stich in den Nervenfascikel macht, erhält man eine andere Art Injection desselben; hierbei entsteht nämlich Füllung des Neurilems; dies geschieht aber in einer unregelmässigen, mehr einseitigen Weise, und das Quecksilber entweicht bald durch Berstung des Neurilems. Wo dringen diese beiden verschiedenen Injectionen hervor? »Hat man hier die Lymphgefässe?» Die anatomischen Verhältnisse geben die Erläuterung dazu. Jeder Nervenfascikel ist, unabhängig von der gemeinsamen Neurilemscheide, von seiner eigenen Scheide umgeben; ihre Aussenfläche liegt dem Neurilem, ihre glatte und feuchte Innenfläche dem Nervenbündel an. Man kann die Fascikel mit ihrer eigenen Scheide leicht isoliren und sogar isolirt injiciren; dabei erhält man eine centrale Injection und mit der Loupe kann man sehen, dass die Nervenfasern regelmässig um die Quecksilbersäule gelegt sind. Daraus geht hervor, dass man bei der centralen Injection weder das Neurilem, noch die Nervensubstanz, noch Gefässe, wohl aber eine »eigene Scheide um jeden Nervenfascikel» injicirt hat. Weil diese Scheiden mit einander anastomosiren, kann auch die Injection von einer in andere übergehen. »Wie ist nun», fragt CRUVEILHIER, »die Structur dieser Scheide? Ich bin geneigt zu glauben, dass diese Scheide, welche übrigens sehr resistent ist, eine seröse Natur besitzt; ich berufe mich dabei auf ihren Mangel an Zusammenhang mit den Nervenfasern, auf ihre Innenfläche, welche glatt und feucht ist, auf die Nothwendigkeit einer Befeuchtung der Nervenfasern». Er glaubt ferner, dass die rheumatischen Affectionen auf dieser Scheide beruhen und die Neuritis darin und nicht in der Nervensubstanz selbst ihren Sitz habe.

---

[1]) L'Institut. 1842. — Encyclogr. méd. T. X.

[2]) Mikroskopiske Undersögelser af Nervesystemet. Kjöbenhavn 1842.

[3]) Handbuch d. Physiol. d. Menschen v. JOH. MÜLLER. 4 Aufl. Bd. I. 1844.

[4]) Traité d'Anatomie descriptive. T. 4. 2:me Edition. Paris 1845.

Bei der Injection der Nerven dringe offenbar das Quecksilber in einem weiten Raume vor und nicht in einem Canal, welchen es durch seine Schwere bohrt. Die Injection gelingt sowohl von der Peripherie centralwärts, wie umgekehrt; die letztere, vom Centrum aus, gelingt aber leichter. Wenn die Injection eine gelungene ist, sind die Spinalganglien mit Quecksilber injicirt, und dieses fliesst zuletzt in die Höhle der Dura mater aus oder geht in die Venen hinein. Es geht dabei aber nicht in die Nervenwurzeln, weil deren Scheide so leicht zerreist. Die Injectionen liefern nach CRUVEILHIER eine gute Methode, die Nervenfascikel bis in die Tiefe der Organe zu verfolgen; eine Injection in den Nervus lingualis dringt bis in die Zungenpapillen hinein. Man kann bei diesen Injectionen sich des Alkohols, auch roth- oder blaugefärbten, sowie jeder anderen Flüssigkeit bedienen.

DONDERS[1]) erklärt den Axencylinder für das Fett, das sich nach dem Tode von dem albuminösen Inhalte sondere.

In den hinteren Wurzeln der Spinalnerven der Rochen beschrieb ROBIN[2]) zwei Arten von Nervenröhren, nämlich breite, doppeltcontourirte, von einer Strecke zur anderen ziemlich quer und steil eingeschnürte Röhren und viel feinere, zu kleinen Bündeln vereinigte, ebenfalls doppeltcontourirte und variköse Röhren, deren Varikositäten aber mehr verlängert sind.

RUDOLPH WAGNER[3]) glaubt nach seinen Untersuchungen an den Zitterrochen den Bau der Primitivfasern derart angeben zu können, dass sie aus einer zellgewebigen Scheide von verschiedener Dicke und einem öläbnlichen, nur noch dickflüssigeren, durchsichtigen, opalartig aussehenden Markcylinder bestehen; von letzterem sondert sich sehr leicht durch eine Art Gerinnung der nach aussen gekehrte Theil ab, wodurch die doppelten Contouren entstehen, welche selbst den Charakter einer secundären Scheide annehmen können. »Zuweilen sondert sich auch ein eigener Axencylinder ab.»

Das sogenannte Primitivband oder den Axencylinder und die Markscheide hält BIDDER[4]) für nichts Anderes als den optischen Ausdruck verschiedener Stufen derjenigen Metamorphose und Zersetzung, welcher der Inhalt todter Nervenfasern unvermeidlich unterliegt. »Mir gelten daher die primitiven Nervenfasern für cylindrische Röhren, deren Wände von der structurlosen Primitivscheide und deren Inhalt von einer durchsichtigen, durchaus flüssigen Substanz gebildet wird.»

Nach STANNIUS[5]) ist in allen sensibeln Nerven der Fische ein System ursprünglich breiter und eins ursprünglich schmaler Röhren zu unterscheiden; jedes dieser Systeme wurzelt in besonderen Regionen der Medulla oblongata. Anscheinend muss man auch zwei Systeme von motorischen Primitivröhren annehmen. In den Nervenästen des N. oculorum motorius sowie in den Rückennerven sah er Theilungen der breiten Primitivröhren und vor der Theilungsstelle eine »characteristische, niemals vermisste Einschnürung».

Nach CZERMAK[6]) besitzen die durch die subcutanen Räume zur Haut hervortretenden Nervenbündel des Frosches je eine eigene, ziemlich weite und abstehende, mit Kernen versehene Scheide, welche oft sehr regelmässig, abwechselnd von der einen und von der anderen Seite eingeschnürt erscheint. Die feineren Nervenverzweigungen verlaufen ebenfalls innerhalb einer Fortsetzung der gemeinsamen Scheide. An der eigentlichen Haut angelangt, bilden die Nerven, noch von einer kernführenden Scheide umgeben, reichliche Plexus; hier sah CZERMAK innerhalb der gemeinsamen Scheide eine Theilung der Nervenfasern, nämlich eine dichotomische Verzweigung, die sich oft wiederholte; der Theilungswinkel ist von verschiedener Grösse. »An den Theilungsstellen sind die Nerven fast immer mehr oder weniger eingeschnürt; doch bin ich der Ueberzeugung, dass diese Verengerungen bloss zufällig, und zwar durch die Gerinnung des Nervenmarks entstehen. Die Varikositäten der Hirnfasern sind etwas in gewisser Beziehung ganz Aehnliches. Es hält sie aber Niemand mehr für die normale Gestalt. Ueberdies habe ich einen Fall beobachtet, wo eine breite, doppelt contourirte Faser an zwei Stellen Einschnürungen zeigte, ohne dass abgehende Aeste zu bemerken gewesen wären. Völlig unzweifelhaft wurde mir die Ansicht für die Nerven auf der Schwimmblase des Hechtes, welche untersucht in völlig frischem Zustande, wenn sie noch einfache Umrisse besassen, an den Theilungsstellen durchaus keine Verengerungen wahrnehmen liessen. Je weiter die Zersetzung des Nervenmarks

---

[1]) Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften. 1846. I. Nach BIDDER (»Zur Lehre» etc.) citirt.

[2]) Procès-verbaux de la Société philomatique de Paris, séance de 13 Février 1847.

[3]) Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Supplement zu den Icones physiologicæ. Leipzig 1847.

[4]) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847.

[5]) Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht. Rostock 1849.

[6]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1849.

fortschreitet, welche durch verschiedene Reagentien noch beschleunigt werden kann, desto tiefer werden die Einschnürungen und es erfolgt, namentlich bei den feinern Fasern, endlich eine völlige Trennung der Aestchen von der Stammfibrille.»

Nach Stannius[1]) zeigen sich die Nervenfasern des Neunauges als glashelle, scharf contourirte, platte Fasern von verschiedener, oft beträchtlicher Breite; nirgends bemerkt man an ihnen Varikositäten. An ihnen gelingt es, eine structurlose Scheide und ein Contentum zu beobachten, welches er für dem Axencylinder entsprechend hält; eigentliches Nervenmark fehlt.

Kölliker[2]), welcher die Primitivfasern der peripherischen Nerven als aus drei verschiedenen Gebilden, Hülle, Mark und Axenfaser, bestehend ansah, beschrieb die Hülle als »eine äusserst zarte, nachgiebige, aber elastische, vollkommen structurlose und wasserhelle Haut». An den feineren Fasern des peripherischen (wie des centralen) Nervensystems war sie noch nicht dargestellt, aber wahrscheinlicher Weise doch vorhanden. Die von Schwann bei embryonalen Nervenfasern, von Rosenthal in cerebrospinalen Nerven öfter gefundenen Kerne der Nervenfaserscheiden konnte Kölliker in den Nervenstämmen erwachsener Thiere nicht wahrnehmen. Die centrale oder Axenfaser ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser; im natürlichen Zustande ist dieselbe blass, meist homogen, seltener fein granulirt oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen, blassen Contouren begrenzt. Ausser den markhaltigen oder »dunkelrandigen» Nervenfasern, welche in Bezug auf den Durchmesser sehr variiren, »so dass man dieselben in feine und grobe, in zarte und feste eintheilen kann», kommen in den peripherischen Nerven auch marklose vor, die nur »eine Nervenscheide und einen der Axenfaser der anderen Röhren bald ganz gleichen, bald ähnlichen helleren Inhalt besitzen. Solche marklose Nervenröhren finden sich erstens als Anhänge der markhaltigen da, wo dieselben mit Nervenzellen in Verbindung stehen, dann als längere selbständige Röhren in Gestalt der sogenannten Fortsätze der Nervenzellen der Autoren, endlich an den Endigungen der dunkelrandigen Nerven; dieselben zerfallen wiederum in einige Unterabtheilungen, je nachdem sie Kerne halten oder nicht und einen mehr oder minder durchsichtigen, mehr oder weniger consistenten Inhalt führen.» Das die Nervenbündel einhüllende Bindegewebe beschrieb Kölliker folgendermassen. »Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die Dura mater an von einer festeren Hülle, der Nervenscheide, Neurilema, umhüllt, deren Stärke im Allgemeinen nach der Stärke der Nerven sich richtet. Dieselbe geht mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven ein und theilt, gleich wie bei den Muskeln, einerseits deren Elemente in grössere und kleinere Fascikel und geht anderseits mit ganz verfeinerten Scheiden auch zwischen die einzelnen Röhren ein. An mittelgrossen und kleineren Nerven finden sich nur secundäre Bündel von sehr verschiedener Grösse und meist drehrunder Gestalt, deren Röhren alle sehr dicht beisammen liegen; tertiäre Bündel kommen in den stärksten Strängen, wie im Ischiadicus, Medianus, Radialis, Cruralis u. s. w. vor. Das Neurilem besteht durchweg aus Bindegewebe, doch sind die Formen desselben ziemlich mannigfach. In den Endausbreitungen, wo an manchen Orten, wie in den Knochen und den Muskeln hie und da, selbst einzelne oder einige wenige Primitivfasern noch eine äussere Scheide besitzen, erscheint dasselbe als eine homogene, mit länglichen Kernen von 0.003‴ besetzte Hülle, und so bleibt es auch bei den kleineren Zweigen der Haut- und Muskelnerven, nur dass nach und nach die Substanz der Länge nach in Fasern sich zu spalten beginnt, die Kerne länger werden (0.005—0.008‴), oft fast wie in glatten Muskeln, und in Kernfasern überzugehen beginnen, die auch beim Menschen, wie es schon Henle beim Frosch sah, als ganze Bündel umspinnende sich zeigen. In grösseren Nerven tritt dann schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen Kernfasernetzen auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe.»

Nach Hassall[3]) besteht jede Röhre eines motorischen Nerven »aus einer umkleidenden Scheide, dem Neurolemma, und aus einer inneren elastischen Substanz von geringer Consistenz, 'der weissen Substanz von Schwann', welche in Form einer Pseudomembran den dritten Bestandtheil, eine weiche halbflüssige Materie, umhüllt, die jedoch unter Umständen auch fest zu werden und dann eine Faser darzustellen scheint; dieser dritte Stoff ist 'Axen-Cylinder' genannt worden». An den mit Spiritus behandelten Nerven sieht man, dass die Scheide (oder das Neurolemma) »aus kernhaltigen Fasern besteht, namentlich sind die Kerne in den Scheiden der Nervenröhren des Fœtus von

---

[1]) Nachrichten von d. G. A. Universität u. d. K. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. 1850.

[2]) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Erste Hälfte. Leipzig 1850.

[3]) Arthur Hill Hassalls Mikroskopische Anatomie des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Aus d. Engl. übers. v. Dr Otto Kohlschütter. Leipzig 1852.

beträchtlicher Grösse und haben ein glattes Aussehen». Auch an einer anderen Stelle giebt Hassall an, dass die Scheide der Nervenröhren aus kernhaltigen Fäden bestehe.

Remak, welcher es früher dahingestellt liess, ob der Axencylinder ein solider Körper oder selbst schlauchförmig sei, und dann in den Nervenröhren des Flusskrebses ein aus vielen Fäden bestehendes Axenbündel fand, überzeugte sich durch neuere Untersuchungen [1]), dass die Axenfaser der Wirbelthiere während des Lebens schlauchförmig ist und nannte sie »Axenschlauch». Derselbe liegt nach ihm der Markscheide dicht an und schrumpft durch Einwirkung verschiedener Agentien zu dem Axencylinder der Autoren zusammen. Die sehr dünne, aber feste Wand des Axenschlauches zeigt regelmässige Längsfaserung. In dem Canale des Schlauches konnte er keine feinere Fasern bemerken.

Die von Bogros und Cruveilhier erwähnte eigene Scheide der Nervenbündel wurde dann von Robin [2]) eingehender untersucht und als *Perineurium* (périnèvre) beschrieben. Dies Perineurium findet sich nach ihm in allen Nerven (mit Ausnahme des Opticus, Auditorius und Olfactorius) von dem Ausgang der sensibeln Nerven aus den Ganglien und dem der motorischen aus der Dura mater bis zu ihren Endigungen oder nahe zu diesen. Am Sympathicus ist es an den weissen Wurzeln und weissen Visceralzweigen vorhanden, fehlt aber den grauen Wurzeln und den grauen Visceralbündeln. Es findet sich im Ganzen von der Mitte des intrauterinen Lebens an. Seine allgemeine Form ist die der Röhre und es umhüllt immer eine gewisse Anzahl von Primitivfasern. Nie dringt ein Capillargefäss durch das Perineurium, um in das Innere des Nervenbündels zwischen den Nervenfasern einzutreten. Innerhalb des Perineurium finden sich zwischen den Nervenfasern »laminöse Fasern» (fibres lamineux). Das Perineurium verzweigt sich in derselben Weise wie die Nervenbündel selbst, so in den Plexus und wenn der Nervenstamm seine Zweige abgiebt. Wenn eine Nervenfaser frei endigt, verengt sich das Perineurium allmählig und hört ein oder mehrere Millimeter vor der Endigung derselben auf; an den Pacinischen Körpern begleitet das Perineurium die Nervenfaser bis zu der Anschwellung, deren Schichten in Zusammenhang mit ihm stehen; so auch in den Tastkörperchen. Das Perineurium ist resistent gegen Bersten, es ist ungefärbt, durchsichtig und faltet sich leicht. Durch Essigsäure treten an seiner äusseren Fläche feine, elastische, längsgehende, wellenförmige, kaum oder gar nicht verzweigte Fasern hervor; diese gehören aber nicht dem Perineurium, sondern dem umgebenden Bindegewebe an. Das Perineurium besteht aus einer homogenen Substanz, welche mit Kernen versehen ist. Diese Substanz ist hie und da sehr fein längsgestreift, ferner überall sehr feinkörnig. Die Kerne liegen in ihr eingeschlossen; dieselben sind an verschiedenen Stellen von verschiedener Anzahl, oval, breit und platt, gewöhnlich der Länge nach placirt. Robin hielt das Perineurium für ein ganz besonderes anatomisches Element; das einzige, welches demselben ähnelt, sei die elastische Substanz der Blutgefässe; aber auch diesem gegenüber gäbe es mehrere wichtige Unterschiede.

Gerlach [3]), welcher früher die Præexistenz des Axencylinders nicht angenommen hatte, schloss sich nach späteren Untersuchungen der entgegengesetzten Ansicht an. Derselbe ist nach ihm von homogenem, seltener leicht körnigem Gefüge und wird vom Nervenmark dicht umgeben. Die Hülle oder Scheide der Nervenprimitivfasern ist structurlos, häufig jedoch leicht granulirt; die Kerne in derselben werden nur an jüngeren Fasern beobachtet. An den von Nervenmark leeren und zusammengefallenen Stellen der Scheide vermisst man nur selten eine kegelförmige Gestalt, oder die von zwei Kegeln, deren Spitzen vereinigt sind. Die einzelnen Primitivfasern sind durch Bindegewebe zu Bündeln vereinigt; sämmtliche Bündel eines Nerven werden wieder durch eine Scheide, das Neurilem, zusammengehalten, die aus Bindegewebe mit elastischen Fasern besteht. Nach innen geht das Neurilem in jenes Bindegewebe über, welches die Primitivfasern zu Bündeln vereinigt. Das Neurilem und seine Fortsätze nach innen zu führen die Blutgefässe der Nerven.

Nach Rudolph Wagner [4]) giebt es so zahlreiche Uebergänge von den dicken zu den feinen Nervenfasern, dass ihm die Annahme eigner nutritiver Fasern zweifelhaft wurde.

An den Nervenstämmen fand Donders [5]) gemeinschaftlich mit Mulder »ein festes faseriges Gewebe als allgemeine Hülle, die sich nach innen fortsetzt und von lockerem Bindegewebe durchkreuzt wird, welches letztere die

---

[1]) Amtlicher Bericht über die neunundzwanzigste Versamml. der Gesellsch. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden im Sept. 1852. Wiesbaden 1853.

[2]) Archives générales de Médecine. 1854.

[3]) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Zweite Auflage. Mainz 1854.

[4]) Weitere Untersuchungen über die Structur der Ganglien. 1847. S. seine Neurologische Untersuchungen. Göttingen 1854.

[5]) Archiv für Ophthalmologie. Bd. I. Abtheilg. II. 1855. Unter Hinweis auf Mulders Proeve eener physiologische Scheikunde. Aufl. 6. 1845.

tertiären Bündel abschneidet, und die grösseren Gefässstämme sowie auch Haufen von Fettzellen einschliesst», ausserdem aber auch »an jedem secundären Nervenbündel eine dünne feste faserige, geschichtete Umhüllung, das Neurilema *proprium*, welche mit der äusseren Hülle in keiner Verbindung steht, während einiges lockere Zellgewebe die secundären Bündel in die primitiven vertheilt und die kleineren Gefässe aufnimmt. Im N. sympathicus war das lockere Bindegewebe in grösserer Menge vorhanden und auch reicher an Blutgefässen, sonst aber kein wesentlicher Unterschied zu bemerken».

Sharpey [1]) beschrieb die markhaltigen (»tubulären») Nervenfasern der cerebrospinalen Nerven als aus der membranösen Röhre, der weissen Substanz und dem Axencylinder bestehend; letzterer erscheint bei der Untersuchung mehr oder weniger abgeplattet. Viele dieser Fasern, besonders die schmäleren, werden durch die Manipulationen varikös. In manchen cerebrospinalen Nerven kommen auch die grauen oder gelatinösen Fasern vor, meist aber in viel geringerem Verhältniss; diese eben sind abgeplattet, durchsichtig, homogen oder schwach körnig und mit zahlreichen kernähnlichen Körperchen besetzt. Ausserdem schien es ihm oft, als ob es in diesen Nerven äusserst dünne, den weissen Fasern des areolären Gewebes ähnelnde Fasern gäbe, welche mit den wahren Nervenfasern gemischt in den Bündelscheiden derselben liegen. Die Nervenfasern sind nämlich zu Bündeln vereinigt und jedes Bündel besitzt eine besondere tubuläre Scheide; letztere scheint im Wesentlichen aus einer durchsichtigen Membran zu bestehen, welche ohne Schwierigkeit vom Nervenbündel in Gestalt einer Röhre abgestreift werden kann. Bei starker Vergrösserung unter dem Mikroskope untersucht, zeigt diese Hülle das Aussehen eines dünnen durchsichtigen Häutchens, welches zuweilen ganz gleichartig und homogen erscheint, gewöhnlicher aber mit äusserst feinen netzförmigen Fäserchen versehen ist. Körperchen, welche verlängerten Zellenkernen ähneln, können auch an ihr durch Behandlung mit Essigsäure wahrgenommen werden. Die in dieser Weise umscheideten Nervenbündel werden in grösserer oder geringerer Anzahl zu Nervenstämmen durch eine gemeinsame membranöse Hülle zusammengehalten; zu äusserst besteht letztere aus areolärem Gewebe, welches oft so derb ist, dass es wohl fibrös genannt werden kann. Von dieser gemeinsamen Scheide gehen Lamellen nach innen zwischen den grösseren und kleineren Bündelhaufen, diese zusammenhaltend sowie die Blutgefässe des Nerven führend.

Stilling [2]) versuchte zu zeigen, dass man überhaupt die Structur der Nerven verkannt habe. Das, was bis dahin als Hülle oder Scheide und Mark der Nervenfaser aufgefasst worden, besteht nach ihm aus einem sehr complicirten Netzwerke sehr feiner Fasern oder Röhrchen, welche in den verschiedensten Richtungen, sowohl der Länge wie der Quere nach sowie schräg verlaufen, sich theilen und anastomosiren, so dass sie ein Netzwerk bilden; diese zarten Röhrchen enthalten das ölige Nervenmark. Die Hüllen der benachbarten Primitivfasern haben zahlreiche Communicationen, indem von der Hülle der einen zu derjenigen der nächstliegenden zahlreiche feinste Röhrchen übergehen. Der Axencylinder, welcher sich oft dichotomisch oder trichotomisch theilt, sei aus mindestens drei concentrisch in einander geschachtelten Schichten gebildet; von jeder derselben entspringe eine Menge feiner Röhrchen, die nach aussen in das Netzwerk der peripherischen Theile eindringen. Er beschreibt die verschiedenen Gestalten der geronnenen Markscheide, u. A. auch die »dachziegelförmige» Anordnung derselben.

Nach Leydig [3]) bestehen die dunkelrandigen Nervenfasern der Wirbelthiere 1) aus einer homogenen Hülle, welche hie und da mit Kernrudimenten versehen ist, indessen keineswegs constant zu sein scheint, sondern bisweilen, namentlich an den feineren Fasern, zu fehlen scheint, 2) aus der Nervensubstanz; »da nun letztere auf künstlichem Wege durch Einwirkung von Reagentien (Chromsäure, Sublimat etc.) sowie bei beginnender Zersetzung sich in eine centrale Faser und eine körnig-krümliche peripherische Schicht leicht sondert, so wird herkömmlicher Weise die dunkelrandige Nervenfaser als zusammengesetzt betrachtet aus der Markscheide und dem Achsencylinder». Leydig ist mithin jener Auffassung zugethan, »nach welcher der lebende Nerv von gleichförmiger Mischung ist und die Scheidung in Achsencylinder und Markhülle für eine Zersetzung post mortem» zu halten sein soll. In den Nerven sind die Primitivfasern durch Bindegewebe zu gröberen und feineren Strängen vereinigt, welches Neurilem heisst und die Blutgefässe führt. »Wo das Bindegewebe nur eine geringere Zahl von Nervenfasern umhüllt, bildet es lediglich eine structurlose, kernhaltige Scheide».

[1]) Quains Elements of Anatomy. Sixth Edition. Vol. I. 1856.

[2]) Anatomische und mikroskopische Untersuchungen über den feineren Bau der Nerven-Primitivfaser und der Nervenzelle. Frankfurt a. M. 1856.

[3]) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.

Nach Bidder[1]) haben bei allen Wirbelthieren die peripherischen Nerven völlig selbstständige Scheiden, welche von dem Bindegewebe, das den ganzen Nerven umhüllt und mehr oder weniger reichlich durchsetzt, durchaus gesondert sind; diese Scheiden gestatten und erleichtern eben daher die Ausbreitung der Nerven in ihre einzelnen Elemente.

Frey[2]) theilt die Nervenfasern in dunkelrandige oder markhaltige und blasse oder marklose sowie in breite oder grobe und feine oder schmale. Die dunkelrandigen bestehen aus der Primitivscheide, dem Axencylinder und der Markscheide. Die Primitivscheide besteht aus elastischer oder einer nahekommenden Substanz und erscheint beim Menschen und dem höheren Wirbelthiere meist »als ganz homogene, unmessbar feine, kernlose oder kernführende Membran«. Bei niederen Wirbelthieren, ebenso an der peripherischen Ausstrahlung menschlicher Nerven, kann sie verdickt auftreten. »Doch vermögen wir an letzterem Orte vielfach noch nicht mit Bestimmtheit zu sagen, was ein einfaches Neurilem und was eine verdickte Primitivscheide ist«. Die an den feinen dunkelrandigen Nervenfasern vorkommenden Varikositäten sind Kunstprodukte. Die Nervenstämme werden von einem fibrillär-bindegewebigen Neurilem umgeben, welches sich zwischen die primären und sekundären Bündel der Nervenfasern nach innen erstreckt. Es bewahrt das Bindegewebe einmal noch den faserigen Charakter, namentlich um grössere Zusammenfassungen von Nervenröhren, während es um die primären Fascikel mehr als homogene kernführende Masse, sogenanntes Perineurium von Robin, erscheint. Mit der fortgehenden Verästelung eines Nervenstammes treten aber Veränderungen der neurilemmatischen Hülle ein. Diese nimmt an Stärke ab, erscheint bei feinen Aesten nicht mehr fibrillär, sondern nur streifig, um schliesslich an den Endzweigen zum Perineurium zu werden. Solches Perineurium in einfachster Form kann an Stämmen vorkommen, welche nur ein Paar oder sogar nur einzelne Primitivfasern umschliessen. Die Verästelung der Nervenfasern geschieht meistens unter einer Einschnürung; letztere kann fehlen, kann aber umgekehrt schwach oder auch sehr stark ausgesprochen sein; manchmal scheint hier der Axencylinder unumhüllt vom Nervenmark als natürliche Bildung übrig zu bleiben.

Reissner[3]) wies nach, dass alle Nervenfasern in ihren Primitivscheiden spindelförmige oder länglichrunde Kerne besitzen. An manchen Fasern, namentlich an dicken, sind sie spärlicher, an anderen, besonders feinen, reichlicher vorhanden; an keiner, in einer längeren Strecke isolirten Faser fehlen sie. Es sind diese Kerne, welche mithin in der Scheide und nicht an ihrer Innenseite liegen, nach Reissner als ein allgemeiner Charakter der Nervenfasern anzusehen; er stützt diese Ansicht auf zahlreiche Beobachtungen an verschiedenen Nerven des Menschen und mehrerer Wirbelthiere[4]).

In der Scheide der dunkelrandigen Nervenfasern (mit ihnen zusammen), in der Nähe ihrer peripherischen Verbreitung, sah Beale[5]) beim Frosch feine mit Kernen versehene Nervenfasern; diese feinen Fasern und ihre Kerne sind nach ihm bisher als zum Bindegewebe gehörend betrachtet.

Nach Mauthner[6]) ist die Hülle (die Schwannsche Scheide) der Nervenfasern, der centralen, sowie der peripherischen, entweder eine structurlose oder deutlich bindegewebige Membran; die Scheiden der peripherischen Nerven erscheinen in den meisten Fällen als structurlose Membranen, in einigen Fällen jedoch zeigen sie ganz deutlich eine Zusammensetzung aus feinen Bindegewebsfasern. Das Mark trotzt jeder Erkenntniss seines inneren Baues, es ist nur durch eine eigenthümliche concentrische Schichtung ausgezeichnet. Der Axencylinder, der wesentlichste Bestandtheil des Nerven, besteht aus zwei in einander steckenden Cylindern, welche weder mit einander, noch mit dem Nervenmarke in irgend einer Verbindung stehen, und an denen eine feinste Elementarstructur nicht zu erkennen ist; der Querschnitt des inneren, soliden Cylinders wird durch Carmin dunkler roth gefärbt, als der des äusseren Hohlcylinders, und ist von diesem durch eine dunkle Contour eben so scharf abgegrenzt, wie letzterer durch eine scharfe Contour gegen das Nervenmark hin sich abhebt.

---

[1]) Bidder und Kupffer: Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks u. d. Entwickel. s. Formelemente. Leipzig 1857.

[2]) Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig 1859.

[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1861.

[4]) Zu unserer Darstellung von dem Bau und den Hüllen der Nervenwurzeln fügen wir hier aus einer Arbeit von Reissner (Archiv f. Anat., Physiol. u. wiss. Med. 1862) einige bezügliche Angaben hinzu. Die Wurzeln sind nach ihm von einer allgemeinen Bindegewebsscheide umhüllt und durch Fortsätze derselben in Bündel zerspalten; in diesen Scheiden und in den Bündeln finden sich spärliche Bindegewebskörper. Die Nervenfasern sind theils breit, theils fein, die letzteren an gewissen Orten bündelweise vorhanden. Alle Fasern enthalten in ihrem Neurilemma Kerne oder Bindegewebskörper; die feineren haben zahlreichere Kerne. — Auf die Angaben über die relative Anzahl der breiten und feinen Fasern in den verschiedenen Wurzeln gehen wir im Allgemeinen in dieser Arbeit nicht ein.

[5]) Philosophical Transactions of the Royal Society of London 1862. Vol. 152. Part. II.

[6]) Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Besonderer Abdruck. Wien 1862.

Nach WALDEYER [1]) ist der Axencylinder platt bandförmig, festweich und elastisch; er ist homogen und nicht in Fibrillen zerlegbar. Am centralen Ende erscheint er aber in manchen Fällen als aus feinen Fäden zusammengesetzt.

ROUDANOVSKY [2]) gab eine Darstellung vom Bau der Spinalnerven, welche er auf Untersuchungen an gefrorenen Präparaten gründete. An Querschnitten sah er die primitiven Elemente der Nerven als Röhren von fünf- oder sechseckiger Gestalt. Die aus Bindegewebe bestehenden Wände der Nervenröhren stellen im ganzen Röhrenbündel durch ihren Zusammenhang ein wahrhaftes Reticulum dar. Dies Gewebe lässt an einigen Stellen zwischen den Röhren und Röhrenbündeln Höhlen (réservoirs), durch welche die Ernährung der Nervenelemente vor sich geht. Die Darstellung isolirter Nervenröhren ist eine künstliche Erscheinung. Die Axencylinder, welche in der Mitte der Röhren in Gestalt knotiger Fasern erscheinen, geben in ziemlich gleichen Abständen quere Fasern (fibres transversales) ab; letztere durchlaufen die Wände der Röhren und verbinden sich mit den entsprechenden Fasern der anliegenden Cylinder. Die Querfasern der Axencylinder finden sich in den vorderen und hinteren Wurzeln der Spinalnerven, fehlen aber möglicherweise in einigen Nerven. Die Axencylinder sind vom Myelin umgeben. In den Röhrenbündeln sind grobe, feine und sehr feine Röhren vorhanden; die relative Anzahl derselben wechselt in den verschiedenen Nerven und Nervenbündeln. Die feinen und sehr feinen kommen in den vorderen und besonders den hinteren Wurzeln der Spinalnerven vor und haben denselben Bau wie die groben. Sehr wahrscheinlich gehören die feinen und sehr feinen dem Gehirn an. Jeder Nerv enthält gleichzeitig ein »anatomisches Substratum» vom Gehirn, vom Rückenmark und wahrscheinlich auch von den Ganglien her.

FROMMANN [3]) wies nach, dass durch Behandlung mit Silberlösung die Axencylinder der Nervenfasern des Rückenmarks eine Querstreifung zeigen. Hie und da waren diese Querstreifen in kleine, in quere Reihen gestellte Körner zerfallen. Neben den Körnern und queren Streifen waren dann häufig längsgehende Faserzeichnungen streckenweise sichtbar. An den peripherischen Nervenfasern trat die Querstreifung an frei hervortretenden Axencylindern auf, seltener an den von Myelin und Schwannscher Scheide umschlossenen.

In einer späteren Publication theilte ROUDANOVSKY [4]) mit, dass er in den Wänden der Nervenröhren der Spinalnerven noch eine Membran oder eine Tunica intima gefunden habe, welche aus Querfasern bestehe. Diese Querfasern oder Fibrillen laufen über alle Seiten der Röhren und vereinigen sich am Winkel der Röhrenwände. Die Anordnung der Querstreifen ähnelt sehr derjenigen der Muskeln. Die Tunica berührt nach aussen das bindegewebige Neurilem, nach innen das Myelin. Dann hatte ROUDANOVSKY auch gefunden, dass die Axencylinder ohne jeden Zweifel mit Canälen versehen sind, welche eine fettige Substanz enthalten; die Längsschnitte der Axencylinder zeigen doppelte Contouren und den Canal in der Mitte.

Nach KLEBS [5]) findet sich zwischen Axencylinder und Markscheide ein Raum, welcher von einer Flüssigkeit eingenommen wird, die er »periaxiale Flüssigkeit» nannte. An den dunkelrandigen Nervenfasern ist die Schwannsche Scheide mit den von ihr eingeschlossenen Kernen kein nothwendiges Zubehör; wie im Rückenmark verschwindet sie auch an den peripherischen Verzweigungen der dunkelrandigen Sympathicusfasern.

In einer ausführlicheren Abhandlung gab dann ROUDANOVSKY [6]) eine Darstellung vom Bau der Nervenfasern, welche im Wesentlichen mit seinen früheren Ansichten übereinstimmt.

ROBIN [7]) bemerkt in einem Anhang zur Abhandlung ROUDANOVSKYS, dass das von letzterem beschriebene Réservoir keine Höhle sei, sondern ein Querschnitt von Räumen, die mit Bindegewebsfasern gefüllt sind; solche Fasern fände man nämlich an jedem Nervenbündel entweder vereinigt oder isolirt zwischen den Röhren liegend und letztere der Länge nach begleitend. Das Vorhandensein der von ROUDANOVSKY erwähnten Querfasern der Axencylinder konnte ROBIN nicht bestätigen.

Nach KUTSCHIN [8]) besteht der Axencylinder aus einer Reihe der Länge nach angeordneter, länglicher, kernhaltiger Zellen, welche mittelst ihrer zugespitzten Enden entweder durch Verschmelzung oder Ineinandergreifen der letzteren unter sich zusammenhängen.

---

[1]) Zeitschr. f. ration. Medicin. 3. R. Bd XX. 1863.
[2]) Comptes rendus hebdom. des Séances de l'Académie des Sciences. T. 59. 1864. (Dec.).
[3]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 31. 1864.
[4]) Comptes rendus hebdom. des Séances de l'Académie des Sciences. T. 60. 1865. (Juin).
[5]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 32. 1865.
[6]) Journal de l'Anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 2:ème Année. 1865.
[7]) Journal de l'Anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 2:ème année. 1865.
[8]) Centralblatt für die medicin. Wissenschaften. 1865. N:o 36.

In Begriff und Bezeichnung der Hüllen der Nervenfasern kommt nach J. ARNOLD [1]) eine Unklarheit vor. An denjenigen Nervenfasern (des Froschsympathicus), welche in wechselnder Anzahl grössere und kleinere Stämmchen zusammensetzen, ist das Mark von einer homogenen Scheide umgeben; letztere liegt ziemlich dicht an und stellt sich nur als schmale lichte Contour dar. Im weiteren Verlauf der Faser gegen die Peripherie erfährt das eben erwähnte Verhalten eine Aenderung. Die zuvor dem Mark eng anliegende Scheide weicht nämlich, je weiter die Faser gegen die Peripherie zieht, desto mehr von demselben ab, wird dicker, ohne jedoch ihre Homogenität einzubüssen. »Proportional dieser Dickenzunahme geht eine Veränderung in dem Verhalten der Kerne, welche zuvor spärlich und nur mit Mühe nachweisbar, jetzt reichlicher werden, deutlicher hervortreten und sich näher rücken». Man könne sich sehr leicht von der Richtigkeit dieser Angaben an Muskelpräparaten überzeugen. An solchen Präparaten gelingt es leicht eine dunkelrandige Faser in ihrem Verlauf zu verfolgen und nachzuweisen, dass die das Mark an der Insertionsstelle des Nerven auf den Muskel eng umschliessende Scheide sich von demselben entfernt, sobald die Faser in die feineren Stämmchen eintritt: eine Erscheinung, welche zunimmt gegen die Peripherie zu und am schönsten sich demonstriren lässt bei beginnender Theilung der Faser. Diese Anordnung ist eine präexistirende, nicht artificiel erzeugte. »Ausser dieser die Nervenfaser bald mehr bald weniger dicht umschliessenden, bald mehr kernreichen, bald mehr kernarmen Scheide ist an der Primitivfaser selbst keine zweite Scheidenbildung vorhanden; wohl aber umgiebt das Stämmchen im Ganzen eine zarte bindegewebige Masse von vorwiegend homogener Beschaffenheit, die meistens auch noch ein anliegendes Gefäss mit einschliesst. Diese Scheide verliert sich an den kleineren Nervenstämmchen, welche nur aus wenigen dunkelrandigen Fasern bestehen, sehr bald und begleitet nur in seltenen Fällen eine einzeln verlaufende Faser».

In seiner letzten Darstellung über den Bau der Nerven äussert KÖLLIKER [2]) folgende Ansichten. Es giebt markhaltige und marklose Nervenfasern oder Primitivfasern. Ausser dem Mark besitzen die markhaltigen Fasern eine Hülle, die Primitivscheide, und eine Axenfaser, den Axencylinder. An der Innenseite der homogenen Primitivscheide, in Wirklichkeit aber wahrscheinlich in ihrer Substanz, finden sich bei allen Nervenröhren Zellenkerne von länglichrunder Gestalt. Die variköse Beschaffenheit vieler Nervenröhren entsteht künstlich durch Veränderungen des Markes. Der Axencylinder ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser; er ist blass, meist gleichartig, seltener fein körnig oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen blassen Rändern begrenzt und meist überall von gleicher Dicke, seltener stellenweise dicker und dünner; er ist nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest und besteht nicht aus einer besonderen Hülle nebst Inhalt. Nach dem Durchmesser kann man die markhaltigen Nervenfasern in feinste, feine, mitteldicke und dicke, starke und grobe Fasern eintheilen. Ueber die eben erwähnte Scheide der Nervenfasern herrscht nach KÖLLIKER noch mannigfaches Dunkel. Es giebt nach ihm zweierlei, scheinbar verschiedene Scheiden der Primitivfasern und »zwar 1) solche, die von den dunkelrandigen Fasern weit abstehen, so dass sie ohne Weiteres sichtbar sind und ihre Kerne leicht zeigen, und 2) andere, die das Nervenmark so dicht umschliessen, dass sie nur durch besondere Verfahrungsweisen darzustellen sind». Diese Hülle wird von KÖLLIKER als das von ROBIN beschriebene Perinèvre aufgeführt. Die zweite dicht anliegende Hülle besitzt nun auch Kerne an ihrer Innenseite. Diese beiden Arten von Hüllen sind nach KÖLLIKER nicht Bindegewebe, sondern bestehen aus zelligen Elementen, die untereinander verschmolzen die Nervenfasern umgeben. In den Endausbreitungen, wo eine bindegewebartige stärkere Hülle fehlt, und die kernhaltige, abstehende Scheide als einzige Begrenzung einzelner Primitivfasern oder kleiner Bündelchen derselben auftritt, sind die einzelnen markhaltigen Fasern ebenso gut als in den Centralorganen als hüllenlos zu bezeichnen. Von bindegewebigen Hüllen kann man erst dann reden, wenn in denselben Bindegewebskörperchen auftreten. Manchmal erscheinen dann auch elastische Fäserchen, die oft ganze Bündel umspinnen. In grösseren Nerven tritt schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen elastischen Netzen, auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe mit vielen Bindegewebskörperchen und um die kleinsten Bündel gleichartige kernhaltige Scheiden.

SAPPEY [3]) gab eine Beschreibung vom Bau der fibrösen Hülle der Nerven. Sie besteht nach ihm nicht nur aus dichtem Bindegewebe und einigen Blutgefässzweigchen, sondern auch constant aus Fettgewebe, aus zahlreichen

[1]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 32. 1865.
[2]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Fünfte Auflage. 1867.
[3]) Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques. 5:ème année. 1868.

elastischen Fasern, sowie vielen Arterien und Venen und endlich auch aus Nerven (Nervi nervorum SAPPEY), welche die Blutgefässe begleiten. Die Bindegewebsbündel laufen in verschiedenen, sich kreuzenden Richtungen.

GRANDRY [1]) bestätigte durch Versilberung der Axencylinder peripherischer Nervenfasern die von FROMMANN beschriebene Querstreifung an denselben. Nach GRANDRY ist der Axencylinder aus zwei in physicalischer und chemischer Beziehung differenten Substanzen zusammengesetzt. Diese beiden sind aber nicht vermischt, sondern vollständig von einander isolirt und regelmässig angeordnet. Der Axencylinder besteht also wahrscheinlich aus Scheiden, die auf einander gelagert, aber durch eine verschiedenartige Substanz von einander getrennt sind. Diese Zusammensetzung erinnert sogar an diejenige der quergestreiften Muskelfasern; indessen muss man bei diesem Vergleich vorsichtig sein. Nach GRANDRY zeigen auch die verästelten Fortsätze der Ganglienzellen (des Rückenmarks) und sogar die Zellenkörper selbst oft eine gleichartige Streifung.

In seiner gemeinsam mit MERKEL publicirten Arbeit über die Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems [2]) glaubte HENLE endlich den am längsten von ihm festgehaltenen Zweifel an der Präexistenz des Axencylinders aufgeben zu dürfen. HENLE und MERKEL erwähnen an der Beugeseite des Radio-Carpalgelenks des Ochsen einen Nervenstamm, der ihnen verschieden von anderen Nerven erschien; der Nerv hat »vielleicht zum Schutze gegen die Dehnungen, denen er ausgesetzt ist, die Eigenthümlichkeit, dass die Nervenfasern innerhalb der concentrischen Lamellen, die das Neurilem der Primitivbündel bilden, theils einzeln, theils zu mehreren von longitudinalen Bindegewebsbündeln umgeben und begleitet werden». Sie äussern übrigens, dass ein Unterschied zwischen der Zwischensubstanz der peripherischen und centralen Nervenfasern vorhanden sei; dieser Unterschied lässt sich nach ihnen durch gewisse Reagenzmittel feststellen. Das Gerüst, in welches die Nervenfasern der weissen Substanz des Rückenmarks eingelassen sind, ist nicht bindegewebiger Natur. Ihre Auffassung der Zwischensubstanz der peripherischen Nerven scheint aus folgender Aeusserung hervorzugehen: »In der moleculären ist zweierlei zu scheiden, die Körnchen und die homogene Masse, welche die Körnchen zusammenhält, und wie beim Bindegewebe der Kitt, der die Fasern zu Bündeln vereinigt, zwischen den Bündeln mit einer gewissen Selbständigkeit auftritt und beispielsweise für sich allein in die Zwischenräume der peripherischen Nervenfasern sich erstreckt, so könnte auch die homogene Grundlage der moleculären Schichte ohne die Körnchen zur Ausfüllung der schmalen spaltförmigen Räume zwischen den Nervenfasern des Rückenmarks dienen.»

WIENSKY [3]) fand durch Silberbehandlung ein »falsches Epithel» an allen peripherischen Nerven und zwar dergestalt, dass jedes Nervenbündel in einer mehrschichtigen epithelioiden Hülle besteht, welche die Fortsätze in das Innere des Bündels abgiebt, wodurch für jede Nervenfaser eine epithelioide Hülle entsteht. Dieses mehrschichtige Epithel steht in continuirlicher Verbindung mit dem Epithel, welches die sogen. Arachnoidalhöhle auskleidet.

Schon bei der ersten Reihe unserer Injectionen erhielten wir [4]) eine scheidenförmige Füllung um mehrere abgehende Nerven, z. B. an dem Oculomotorius weit in die Orbita hinaus, am Hypoglossus bis in die Nähe seines Eintritts in die Zunge, am Trigeminus dem Ganglion Gasseri vorbei in seine Zweige hinaus, also am Ramus alveolaris inferior sogar an seinem Austritt durch das Foramen mentale u. s. w. Wir äusserten dann »die Nerven scheinen im Allgemeinen mit den serösen Räumen des centralen Nervensystems zusammenhängende Lymphscheiden zu besitzen; auch an den vom Rückenmark abgehenden Nerven haben wir solche injicirt erhalten». Betreffs unserer Angaben über die Injection des Opticus, des Acusticus und der Zweige des Olfactorius s. die Erste Hälfte dieser Arbeit S. 38—39.

In der zweiten Mittheilung über unsere Injectionsversuche erwähnten wir [5]), dass wir beim Menschen sowohl vom Subduralraum als von den Subarachnoidalräumen sämtliche Augennerven sowie die Rückenmarksnerven durch die Spinalganglien hindurch und weit jenseits derselben injicirt erhalten hatten; ferner dass wir bei Hunden vom Subduralraum aus fast vollständig sämmtliche Nerven der Bauchhöhle und des Beckens (Plexus lumbalis und sacralis) injicirt hatten, ebenso wie dass Stichinjectionen in die Nerven besonders leicht ausführbar sind. »In den cerebrospinalen Nerven laufen Lymphscheidenräume um jedes der Nervenprimitivbündel, aus welchen der Nerv zusammen-

[1]) Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 37:me année 2:me Sér. T. XXV. 1868.

[2]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3te Reihe. Bd. XXXIV. 1868.

[3]) Nach dem von RUDNEW gegebenen Referat in HIRSCH-VIRCHOWS Jahresbericht (III Jahrg.) f. 1868. Durch die Güte des Hrn Prof. LESSHAFT besitzen wir zwar die russische Originalabhandlung, können dieselbe aber nicht lesen.

[4]) AXEL KEY und GUSTAF RETZIUS. Nord. Med. Arkiv. Bd. II N:o 6, IV. 1870.

[5]) AXEL KEY und GUSTAF RETZIUS. Nord. Med. Arkiv. Bd. II N:o 13, III. 1870 (Maj).

gesetzt ist.» Wir wollten in diesen vorläufigen Mittheilungen nicht auf die nähere Beschreibung vom Verhalten dieser Scheidenräume zum Perineurium und Neurilem eingehen und erwähnten nur, dass wir an den Nervenscheiden verschiedener Nerven (Brachial-Lumbalnerven, Vagus, Sympathicus mit dessen Ganglien, Olfactorius, Nervenzweige der Dura mater u. s. w.) der Säugethiere sowie der übrigen Vertebraten (Frösche, Fische u. s. w.) durch Versilberung eine im Allgemeinen mehr als einschichtige Zeichnung von schönen, grossen und regelmässigen, polygonalen Zellenfeldern erhalten hatten; diese Plattenepithelzeichnung sahen wir die Nervenfibrillenbündel zunächst umgeben, indem jedes Bündel eines zusammengesetzten Nervenstammes ein solches Epithel besitzt; feinere Nerven und Nervenzweige, welche nur aus einem Fibrillenbündel bestehen, haben aber nur eine einzige Epithelscheide.

Kurkovsky [1]) kam durch seine Injectionen in die Nerven zu der Ueberzeugung, dass zwar um die Nervenbündel, aber nicht um die einzelnen Nervenröhren eine Höhle vorhanden sei. Wenn der Einstich ins Innere des Nervenbündels geschah, bahnte sich nämlich die Flüssigkeit unregelmässige Wege zwischen den einzelnen Nervenröhren, diese von einander trennend; wenn dagegen der Stich nur unter dem die Bündelhülle bekleidenden Epithelium stattfand, vertheilte sich die Flüssigkeit nur unter diesem Epithelium, ohne ins Innere des Bündels einzudringen.

Max Schultze [2]) erkennt in den peripherischen Nerven markhaltige und marklose Fasern. Von ersteren besitzt »eine jede eine besondere bindegewebige Hülle, die sogenannte Schwannsche Scheide. Diese ist entweder eine structurlose, glashelle, zarte Haut, von ähnlicher Consistenz und chemischer Beschaffenheit, wie das Sarkolemma der Muskelfasern, oder besteht aus mehrfachen Lagen fibrillären Bindegewebes. Ebenso wie bei jenem kommen auch in ihr in gewissen Abständen Kerne eingebettet vor.» Der Axencylinder zeigt eine mehr oder minder deutliche, parallele Längsstreifung, herrührend von einer fasrigen Differenzirung und der Anwesenheit einer wahrscheinlich interfibrillären feinkörnigen Substanz. Am deutlichsten ist aber die Zusammensetzung des Axencylinders aus Fibrillen an den dicken verästelten Fortsätzen grösserer centraler Ganglienzellen.

Ranvier [3]) suchte die Ernährungswege der Nervenfasern zu finden und es gelang ihm dabei eine eigenthümliche Einrichtung an denselben zu entdecken. Nach Behandlung feiner Nerven mit Silberlösung treten innerhalb der Hülle, an welcher Wiensky und wir eine Zeichnung epithelialer Felder erkannt hatten, hie und da an den Nervenfasern kleine quergehende schwarze Linien hervor; viele derselben sind von kleinen geraden schwarzen Linien in ihrer Mitte geschnitten und sehen dann wie lateinische Kreuze aus. Die geraden kleinen Linien sind Partien des Axencylinders, die durch das Silber gefärbt sind; die queren dagegen vom Silber gefärbte engere Stellen der Nervenfasern. Durch Picrocarminbehandlung erhält man eine bessere Einsicht in den Bau der Nervenfasern. Man findet dann an jeder Nervenfaser in gewissen Entfernungen Einschnürungen, welche durch einen engen, convexen Ring hervorgerufen werden; letzterer geht bei scharfer Einstellung des Mikroskops in die Schwannsche Scheide über und erscheint als ein convexer, lichtbrechender Körper. Ranvier nannte diesen Ring »l'anneau constricteur des tubes nerveux». Er nahm an, dass diese Ringe die Stellen bilden, wo die Nutritionsflüssigkeit zum Axencylinder eindringt, weil an diesen Stellen das Myelin fehlt. Hier finde sich eine lymphatische oder seröse Höhle. Die oben genannte, von Bindegewebe bekleidete epitheliale Hülle bildet am Nervenbündel das parietale Blatt einer serösen Membran, deren viscerales Blatt von einer die Schwannschen Scheiden bekleidenden Zellenschicht gebildet werde; er fand die Kerne dieser letzteren Zellen, in Vertiefungen an der Aussenseite der Schwannschen Scheide, und nicht in ihr selbst, noch an ihrer Innenseite liegend, wie die meisten Histologen annehmen. Sie lassen sich sehr leicht ablösen; die zu ihnen gehörigen platten Zellen hatte er indessen bis dahin nicht gesehen. Die grossen Nervenbündel sind durch Bindegewebe in kleinere gesondert und letzteres enthält platte Zellen.

Im folgenden Jahre gab Ranvier eine neue Darstellung [4]) seiner unterdessen erweiterten und berichtigten Ansichten über die Structur der peripherischen Nerven. Nach Picrocarminbehandlung erschienen die meisten Einschnürungen von einem Ringe oder Fortsatz gebildet, welcher in der Substanz der Schwannschen Scheide liegt; man sieht diese Scheide in die Einschnürung übergehen; der Ring liegt also in der Dicke der Scheide oder er bildet eine Verdoppelung derselben an ihrer inneren Fläche. An myelinfreien oder Remakschen Nervenfasern fehlen die

[1]) Journal für normale und pathologische Histologie herausg. v. Rudnew, Bogdanowitsch, Zabelin und Zawarykin 1870 (Dec.).

[2]) Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. I. 1868—1871. Vergl. auch die Schrift Max Schultzes: Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonner Universitätsprogramm. 1868—1869.

[3]) Comptes rendus hebdom. d. Séances de l'Acad. d. Sciences. T. 73. 1871, Nov.

[4]) Archives de Physiologie norm. et pathol. T. IV. Mars 1872.

Einschnürungen; alle myelinhaltige Fasern besitzen dagegen solche. Durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure erkennt man noch besser die Structur der Nervenfasern. Man sieht die Einschnürungen als helle Querbänder die Nervenfasern in bestimmte Segmente abtheilen, welche bei dickeren Fasern grösser, bei dünneren kleiner sind. Die Querbänder erscheinen unter der Form eines Discus oder vielmehr eines biconcaven Meniscus, wenn sie von der Seite gesehen werden. Die Schwannsche Scheide geht in dem Niveau der Einschnürung in diesen Meniscus über. An beiden Seiten desselben endigt das Myelin mit convexen Flächen. Die Schwannsche Scheide ist auch beiderseits der Einschnürung gewöhnlich etwas erweitert. An den Nerven aller untersuchten Thiere, besonders aber beim Frosch, erschien der Meniscus der Einschnürung in zwei gleiche Theile durch einen sehr feinen Streifen quer getheilt. Betreffs der Kerne der Schwannschen Scheide berichtigt Ranvier jetzt seine frühern Angaben. Sie liegen nämlich nicht an der äusseren, sondern an der inneren Seite derselben, das Myelin eindrängend. Diese Kerne, gewöhnlich von einer Protoplasmazone umgeben, sind in sehr bestimmter Weise gelagert; es liegt nämlich immer ein Kern zwischen zwei Einschnürungen und ungefähr in der Mitte zwischen denselben. Jedes interannuläre Segment entspricht also einer Zelle. Durch Silberbehandlung erhielt Ranvier ungefähr dieselben Resultate. Um jedes Nervenbündel fand er eine bindegewebige Scheide, welche an ihrer Innenfläche mit einem platten polygonalen Epithelium austapezirt ist; die Ringe werden durch Silber schwarz gefärbt; der Axencylinder zeigt schwarze Querstreifen, aber ausserdem eigenthümliche Verdickungen von einer sehr bestimmten Form, nämlich derjenigen zweier mit den Grundflächen an einander gelegten Kegel. Da diese Verdickungen immer in der Nähe der Einschnürungen zu sehen waren, nimmt Ranvier an, dass sie zu diesen gehören und zu ihrer Verschliessung dienen. Durch Behandlung der Axencylinder mit Picrocarmin sah er an denselben eine deutliche doppelte Contour, welche für ihre tubuläre Beschaffenheit spricht. Endlich gelang es Ranvier an noch lebenden Nerven die Einschnürungen zu beobachten.

Ranvier beschreibt später[1]) die bindegewebigen Theile der peripherischen Nerven, sowie ihre Blut- und Lymphgefässe. Er unterscheidet dabei die die einzelnen Bündel umgebende »lamellöse Scheide», das äussere, »perifasciculäre» und das innere, »intrafascieuläre» Bindegewebe. Die lamellöse Scheide besteht aus einer Anzahl auf einander gelagerten tubulären Lamellen, welche je nach der Dicke des Nervenbündels verschieden zahlreich sind. Diese Lamellen lassen sich durch gewisse Methoden von einander trennen. Sie färben sich durch Carmin und zeigen alle nach Silberbehandlung die Zeichnung polygonaler Felder von platten, endothelialen Zellen. Die Lamellen bestehen aus einer homogenen oder granulirten Substanz, in welcher Bündel von Bindegewebe in etwas schiefer Richtung verlaufen. Die homogene Substanz färbt sich durch Carmin, sie schwillt nicht in Essigsäure. Dagegen schwellen hierdurch ihre Bindegewebsbündel; letztere gehen von einer Lamelle zur anderen über. Die endothelialen Zellen, welche sich ablösen lassen, enthalten platte, rundliche Kerne. An der Innerfläche der innersten Lamelle haften freie Bindegewebsfasern, welche zu dem intrafasciculären Gewebe gehören. Zwischen der innersten Lamelle und der folgenden konnte Ranvier einen Raum darstellen, dessen beide Flächen mit Endothelium bekleidet sind; ein solcher Raum umgiebt jedes Nervenbündel. Das perifasciculäre Bindegewebe besteht aus Bündeln, welche in paralleler oder etwas schiefer Richtung die Nervenbündel begleiten; deswegen bilden die Injectionen in dieses Gewebe Cylinder, welche den Nerven umfassen. Elastische Fasern und Fettgewebe sind demselben beigemengt. Das intrafasciculäre Bindegewebe geht auch in der Längsrichtung des Nervenbündels und besteht aus fibrillärem Gewebe; zunächst innerhalb der innersten Lamelle der lamellösen Scheide liegt eine Schicht solcher Gewebsfasern, welche zwischen die Nervenfasern eindringen und hier longitudinal verlaufen. Die meisten myelinhaltigen Nervenfasern sind von einer Schicht von Bindegewebsfibrillen umgeben. An den Seiten der Fibrillen findet man platte Zellen mit unregelmässigen Contouren oder durch Ausläufer mit einander verbundene. Diese Zellen sind auch an der Oberfläche der Schwannschen Scheide vorhanden, in directer Berührung mit ihr oder von ihr durch eine Fibrillenschicht getrennt. Auch findet man hier lymphoide Zellen. Bei Injection ins Nervenbündel tritt die Flüssigkeit in diesem aus; bei stärkerem Druck dringt sie durch die lamellöse Scheide in das perifasciculäre Gewebe und von da in einige Lymphgefässe. Bei mässigem Druck bleibt sie aber im Nervenbündel zurück; bei Untersuchung solcher Bündel findet man, dass die Injectionsflüssigkeit zwischen die einzelnen Nervenfasern eingedrungen ist; sie füllt aber dabei keine begrenzte und präformirte Canäle. Im perifasciculären Bindegewebe trifft man immer eine gewisse Zahl von Lymphstämmen. Diese setzen sich am Ischiadicus beim Hund, Kaninchen und bei der Ratte bis zu zwei Lymphdrüsen an den Seiten der Aorta und Vena cava inferior fort. »Es ist mir bis jetzt nicht gelungen», sagt er, »die Verbindung des intra-

[1]) Archives de Physiologie norm. et pathol. T. IV. Juillet 1872.

fasciculären Bindegewebes mit den Lymphgefässen darzulegen; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass dieses Bindegewebe keine Ausnahme bildet. Die Gegenwart lymphoider Zellen, neben den platten Zellen, zwischen den Fibrillenbündeln erweist in der That, dass es der Sitz eines lymphatischen Kreislaufs ist; allein, ich wiederhole, dieser Kreislauf muss noch gefunden werden.» Ferner beschreibt er näher die Blutgefässe der Nerven, sowohl im perifasciculären als im intrafasciculären Gewebe, und bespricht einige physiologische Fragen betreffs der Nutrition und der lamellösen Scheide als eines schützenden Organs der Nervenbündel.

Bei den Rochen fand Ranvier[1]) die Einschnürungen der markhaltigen Nervenfasern dadurch ausgezeichnet, dass jedes interannuläre Segment drei Kerne besitzt, einen in der Mitte, zwei nahe an den Enden; die letzteren zwei gehören aber zu einer äusseren jede Faser umgebenden Scheide. Die biconische Anschwellung des Axencylinders an der Stelle der Einschnürung sei hier besonders deutlich.

Ueber unsere Untersuchungen in Betreff des Baues der Nervenstämme theilten wir[2]) einen Bericht mit. Jeder grössere Nerv besteht, wie bekannt, aus einer Anzahl von Bündeln, welche sämmtlich von einem Bindegewebe, dem sogenannten Neurilem, zusammengehalten werden. Jedes Bündel zeigt sich aber von einer besonderen Scheide umgeben. Für diese letztere glaubten wir den Namen Robins, Perineurium, beibehalten zu müssen. Den vieldeutigen Namen Neurilem liessen wir aber fallen und nannten alles Bindegewebe nach innen vom Perineurium, im Inneren der Nervenbündel, Endoneurium, das zusammenhaltende Bindegewebe ausserhalb des Perineurium aber Epineurium. Das Perineurium fanden wir aus einer Anzahl concentrisch angeordneter dünner Lamellen bestehend, welche sich leicht trennen lassen, wobei sie sich hie und da, wenn auch ziemlich sparsam, durch zwischenlaufende Balken verbunden zeigen. Diese Häutchen ähneln Arachnoidalhäutchen und sind in der That eine Art Fortsetzung von solchen Häutchen. Jedes Perineuralhäutchen war nach unserer Ansicht aus drei Strata gebildet, nämlich an jeder Fläche aus einem äusserst feinen Zellenhäutchen und zwischen diesen einer mehr oder weniger, gewöhnlich aber wenig entwickelten, fibrillären Schicht. Wenn man ein Perineuralhäutchen in Flächenausbreitung untersucht, so findet man, z. B. nach Osmium- und Anilinbehandlung, an der Oberfläche die dünne Häutchenzellenschicht mit zerstreuten, oft leicht abfallenden, homogenen, mit Kernkörpern versehenen Kernen, welche entweder keine protoplasmatische Umgebung, oder auch eine mehr oder weniger deutliche haben, die dann gewöhnlich in das übrige Zellenhäutchen diffus übergeht. An diesem letzteren sieht man auch zerstreute Körner, und oft tritt darin eine gewisse eigenthümliche, netzförmige Zeichnung, wie von unvollständig differenzirten Fasern auf. Mit Silberfärbung geben alle Perineuralhäutchen die schönste Endothelzeichung, und dies an allen Nerven des Körpers und bei allen von uns untersuchten Vertebraten; diese Endothelzeichnung zeigt immer polygonale Maschen, welche indessen bei verschiedenen Thieren von verschiedener Grösse sind (so z. B. sind sie sehr gross bei Batrachiern und Fischen). Unter der cellulären Flächenschicht der Perineuralhäutchen erscheinen wie an der Intima Pia und unter der Zellenhäutchenbekleidung der Dura mater hie und da feine, elastische Fasern, welche entweder sehr sparsam sind oder auch dichter stehen, verzweigt sind und Netze bilden; sie gehen in Längenrichtung. Zwischen den so beschaffenen Flächenschichten laufen gröbere oder feinere, platte Bindegewebsbalken in Längenrichtung, in längerer oder kürzerer Entfernung von einander, bisweilen in rautenförmiger Anordnung. Sie bestehen aus feinen Fibrillen, welche sich oft von den Balken abzweigen und sich in dem Häutchen zerstreuen. Auf Querschnitten sieht man diese feinen Fibrillen als Körner. In Holzessig schwellen die Perineuralhäutchen bedeutend. Sie zeigen dann nach Anilinbehandlung eine sehr schöne Anordnung. Wenn sie dicht beisammen liegen, sieht man feine, rothe, concentrische, kernführende Linien und zwischen diesen eine grauliche Masse mit schwachen, hellen Zeichnungen. Die rothen Linien sind die von Anilin gefärbten, cellulären Flächenschichten, von welchen je zwei, wenn sie von zwei zusammenliegenden Häutchen gegen einander gepresst werden, wie einfach erscheinen. Eine gelungene Trennung der Häutchen zeigt dieses Verhältniss. Es ist die faserige Zwischenschicht des Häutchens, welche durch die Einwirkung des Holzessigs angeschwollen ist und die starke Verdickung des Häutchens veranlasst hat.

Die Injection läuft in die Zwischenräume der die Nervenbündel umgebenden Perineuralhäutchen fort. Sie dringt zwischen diese Häutchen aus den die Ganglien umgebenden Häutchenräumen oder den ganglionären Perineuralräumen hinein, wie auch aus den Häutchenräumen, welche die aus dem Inneren der Ganglien austretenden Nervenbündel umschliessen. Umgekehrt hatten wir gefunden, dass sowohl bei Menschen als bei Thieren (Hunden, Katzen,

[1]) Comptes rendus hebdom. d. Séances de l'Académie d. Sciences. T. 75. 1872 (Nov.).

[2]) Axel Key und Gustaf Retzius. Nordiskt Medicinskt Archiv. Bd. IV. N:r 21 und 25. 1872 (Aug.). — Deutsch übersetzt in Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IX. 1873.

Kaninchen) nach Stichinjection in die peripherischen Nerven die Injectionsflüssigkeit auf denselben Wegen in die Ganglien hinein, um dieselben und an ihnen vorbei, sowohl in den Subdural- als noch öfter in die Subarachnoidalräume fliesst. Bei der einen sowohl wie bei der anderen Injection kann man sich vollständig von der periganglionären und der noch mehr entwickelten intraganglionären Fortsetzung der Perineuralhäutchen und von ihrem endlichen Uebergang in Arachnoidal- und Subarachnoidalhäutchen überzeugen. Die Injectionsflüssigkeit dringt ferner in das Nervenbündel selbst hinein und geht dabei aus dem Perineurium in Spaltenräume und lückenförmige Gänge oder sie geht auch in entgegengesetzter Richtung auf denselben Wegen aus dem Inneren des Nervenbündels zwischen die Perineuralhäutchen hinaus, wenn man nämlich eine Stichinjection ins Innere des Nervenbündels macht. Aber die Flüssigkeit bleibt nicht in diesen Bahnen, sondern sie breitet sich auch hie und da auf grösseren und kleineren Strecken um die einzelnen Nervenbündel aus, so dass diese gleichsam in der Injectionsflüssigkeit schwimmen. Wenn man so injicirte Nerven an Quer- oder Längenschnitten untersucht, so findet man, dass die Injectionsmasse in den grösseren Spaltenräumen liegt, jederseits von feinen Häutchen begrenzt, welche aus dem Inneren des Nervenbündels zum Perineurium führen, in dessen Häutchen diese (vom Inneren des Nervenbündels kommenden) Häutchen sich fortsetzen.

Jedes vom Perineurium umgebene Nervenbündel ist in mehr oder weniger Unterabtheilungen getheilt. Diese Abtheilungen entstehen auf die Weise, dass einzelne Perineuralhäutchen vom Perineurium sich abtrennen und ins Innere des Nervenbündels eingehen, wo sie sich fortsetzen, das Nervenbündel anfangs in grössere Partien eintheilend. Sie werden dabei reicher an Fibrillen, als im Perineurium selbst. Von einer solchen Scheidewand, welche aus mehreren Häutchen besteht, sieht man das eine Häutchen nach dem anderen sich nach der Seite wenden, um eine kleinere Partie der Nervenfasern des Nervenbündels abzutheilen und zu umschliessen. Die Blutgefässe verlaufen, nachdem sie durch das Perineurium gedrungen sind, mit diesen endoneuralen Häutchen in das Innere des Nervenbündels; sie sind zunächst von einer oder mehreren, concentrisch um ihre Wand angeordneten Scheiden umgeben, welche aus ganz gleichartigen cellulären, an Fibrillen besonders reichen Häutchen bestehen; an Holzessigpräparaten sieht man im Querschnitte diese Gefässhäutchen sehr schön als breite, concentrische Ringe um das Gefäss.

An Zerzupfungspräparaten der Nerven vom Menschen, und zwar am besten von durch Osmium erhärteten Nerven, sieht man die myelinhaltigen Nervenfasern zunächst ausserhalb ihrer Myelinscheide von der Schwannschen Scheide umgeben; diese, welche in der Regel sich dicht an das Myelin anschliesst, ja oft so dicht, dass es schwierig ist sie in weiten Strecken zu sehen, ist ein mehr oder weniger dünnes durchsichtiges, nach Osmiumbehandlung schwach grauliches Häutchen, in welchem man keine Structur, keine Faserung oder dergleichen sehen kann. Wenn solche Osmiumpräparate mit Anilin gefärbt werden, nimmt die Schwannsche Scheide gewöhnlich einen schwachen, röthlichen Ton an und tritt hierdurch sehr deutlich hervor, sobald sie nur vom Myelin ein wenig getrennt ist. Hie und da sieht man in ihr ovale, abgeplattete, in der Längenrichtung der Nervenfaser befindliche Kerne, welche nie an der Aussenseite der Scheide liegen, wie Ranvier in seiner früheren Mittheilung behauptete, sondern vielmehr, wie er später angegeben hat, an ihrer Innenseite, indem sie gewöhnlich etwas in das Innere der Faser hineinragen und dort eine grössere oder kleinere Einbuchtung der Myelinscheide bilden. Sie liegen doch eigentlich in der Wand der Schwannschen Scheide selbst, denn weder an der Aussen- noch an der Innenseite der Kerne sieht man die Contouren der Scheide. Diese Kerne, welche oft eine ansehnliche Grösse haben, sind fast constant von einer Art Protoplasmazone umgeben, die aus einer Ansammlung von Körnern besteht, welche theils ganz klein und dichtliegend, theils grösser und von einem eigenthümlichen, gelblichen Glanz sind. Diese körnige Ansammlung ist dicht an der Innenseite der Scheide, zwischen ihr und dem Myelin, gelagert; sie liegt um die erwähnten Kerne, besonders an deren Enden, und erstreckt sich von ihnen als eine längliche Scheibe in der Längenrichtung der Nervenfaser. Bisweilen kann diese körnige Scheibe eine bedeutende Länge haben, und bisweilen geht sie fast rings um die Peripherie der Nervenfaser. Wir haben sie beim Menschen, sowohl bei älteren als jüngeren Individuen, sehr ausgeprägt gefunden; bei kleinen Kindern war sie gewöhnlich sehr reichlich. Bei den Kernen findet sich oft eine kleine Erweiterung der Schwannschen Scheide. Ausserdem sieht man nicht selten in der Nähe jener eine oder mehrere rundliche Kugeln zwischen dieser Scheide und der Myelinscheide liegen. Wenn man den Abstand zwischen den vom Protoplasma umgebenen Kernen misst, findet man, wie auch Ranvier angegeben hat, dass sie im Allgemeinen in gewissen, für Nervenfasern derselben Dicke ziemlich gleichen Distanzen liegen. Wir fanden auch die Entfernungen an den breiteren Nervenfasern immer grösser, und umgekehrt um so kleiner, je schmäler die Fasern sind. Die Entfernungen zwischen den Kernen derselben Nervenfaser sind nicht immer ganz gleich; doch ist der Unterschied nicht gross.

In den Zwischenräumen zwischen den Kernen befinden sich die von Ranvier in der letzten Zeit gefundenen Einschnürungen. Von diesen interessanten Bildungen giebt es an den Nervenfasern constant eine in jedem solchen Zwischenraum, gewöhnlich in gleicher, bisweilen aber in etwas ungleicher Entfernung von den Kernen. Diese Einschnürungen, welche hauptsächlich der Schwannschen Scheide angehören, sind indessen von etwas wechselnder Beschaffenheit. An der Schwannschen Scheide findet sich in der Regel eine grössere oder kleinere Erweiterung beiderseits von der Einschnürung; die letztere bildet zwischen diesen etwas erweiterten Partien eine bald stärkere, bald schwächere Verengerung, welche die ganze Peripherie der Scheide in sich begreift. Oft sieht man an dieser Verengerung keine Verdickung oder andere derartige Bildungen der Scheide, sondern sie hat dort dieselbe Dicke wie an beiden Seiten. Oft, und dies scheint das gewöhnlichste Verhältniss zu sein, findet sich dagegen eben an der Einschnürungsstelle selbst in der Scheide eine kleine, ringförmige Verdickung, welche im optischen Querschnitt als ein kleiner, dreieckiger, etwas glänzender, mit der Spitze nach der Axe der Nervenfaser gerichteter Fortsatz erscheint; bisweilen sieht man am optischen Querschnitt eine solche Verdickung nur an der einen Seite der Scheide. Die Myelinscheide hört gewöhnlich dicht bei oder in der Nähe dieser Einschnürungen auf, indem sie sich gewissermassen um den Axencylinder zuspitzt, welcher seinerseits das Lumen der Einschnürung in der Regel nicht erfüllt. Hie und da haben wir indessen die Myelinscheide sich continuirlich durch die Einschnürung fortsetzen gesehen, und dann findet sich an dieser Scheide nur eine grössere oder kleinere Verengerung. Zuweilen sind interessanter Weise sogar solche Einschnürungen der Schwannschen sowohl als der Myelinscheide so unbedeutend und so wenig markirt, dass man sie nur mittelst der Berechnung ihrer Lage mitten zwischen zwei Kernen finden kann. Wir nennen diese die »unvollständigen» Einschnürungen. Mit dem Silberreagenz färben sich die Einschnürungsstellen als braune Ringe; auch der Axencylinder wird in der Nähe oft etwas gefärbt. Um die Aussenseite der Einschnürungen haben wir gewöhnlich eine feinkörnige, protoplasmatisch aussehende Ansammlung gefunden, welche die Einschnürungsstelle erfüllt; durch Anilin wird sie röthlich gefärbt, aber in dieser körnigen Partie haben wir keinen Kern oder andere derartige Bildungen wahrgenommen. Betreffs der histologischen Bedeutung dieser Einschnürungen ist es deutlich, dass sie den Grenzen zwischen den tubulären Zellen entsprechen, aus welchen die Schwannsche Scheide zusammengesetzt ist; die Kerne dieser Zellen sind die von einer körnigen Protoplasmazone umgebenen Kerne, welche, immer nur je einer, in der Mitte zwischen den Einschnürungen liegen. Davon überzeugt man sich auch durch Untersuchung der Nerven von Embryonen. Diese hier gegebene Schilderung vom Bau der Nervenfaser gilt für alle mit Myelinscheide versehenen Fasern, sei es dass diese Fasern breiter oder schmäler sind. Wie bekannt, haben sie nämlich eine sehr verschiedene Breite, und dies in vielen Gradationen. Die breiteren und die schmäleren Fasern kommen in den meisten Nervenbündeln auf einander vermischt vor; bald sind die breiteren überwiegend, bald die schmäleren. Die Kerne der schmäleren mit Myelinscheide versehenen Fasern liegen, wie oben erwähnt wurde, in kürzerer Entfernung von einander und haben gewöhnlich eine geringere, nicht selten gar keine protoplasmatische Umgebung, woneben die Einschnürungen dieser Fasern oft nicht so stark ausgeprägt und im Allgemeinen ihre Schwannschen Scheiden schwer wahrzunehmen sind. Zunächst um isolirte Axencylinder sahen wir bisweilen eine körnige, scheidenförmige Bildung, die mit Myelin nicht übereinzustimmen schien, und am optischen Querschnitt der Cylinder eine Menge dichtstehender feiner Punkte, welche das Aussehen von feinen optischen Faserdurchschnitten hatten. Ausser diesen mit Myelinscheide versehenen Nervenfasern findet sich mehr oder weniger zahlreich in den Bündeln der verschiedenen Nervenstämme eine andere Art von Nervenfasern ohne Myelinscheide, welche man beim ersten Betrachten kaum als Nervenfasern erkennt. Sie bestehen nämlich aus äusserst schmalen, ungefähr cylindrischen, gleich breiten, etwas glänzenden Fasern, an welchen man eine Schwannsche Scheide nicht deutlich wahrnehmen kann, obwohl eine solche aus mehreren Gründen unzweifelhaft vorhanden ist. In gewissen Entfernungen besitzen auch diese Nervenfasern die länglichen Kerne, entbehren aber in der Regel der protoplasmatischen Umgebung um dieselben. Einschnürungen konnten wir an diesen Fasern nicht finden. Uebrigens sind auch die fraglichen Fasern von etwas, wenn auch nur wenig verschiedener Dicke, und die schmalsten mit Myelinscheide versehenen Fasern bilden gewissermassen eine Art Uebergang zwischen ihnen und den breiteren myelinhaltigen Fasern. Die so eben geschilderten myelinfreien Fasern kommen, wie erwähnt wurde, nicht in allen Bündeln der peripherischen Nerven vor, und wo sie vorkommen, sind sie in verschiedener Anzahl vorhanden.

Ziemlich gleichartige Verhältnisse fanden wir bei allen von uns untersuchten Thieren. Die Entfernung zwischen den Einschnürungen wechselt indessen nicht nur nach der Breite der Nervenfasern bei derselben Thierart, sondern Verschiedenheiten sind in den verschiedenen Thierklassen vorhanden; so ist z. B. diese Entfernung viel grösser bei

den Batrachiern. Auch die Beschaffenheit der Einschnürungen wechselt etwas bei den verschiedenen Klassen. So z. B. kommt beim Frosch oft ein recht dicker, glänzender scheiben- oder discusförmiger Ring in der Mitte der Einschnürung an der Innenseite der Schwannschen Scheide vor; diese Scheibe unterscheidet sich nicht wenig von der ringförmigen Verdickung der Schwannschen Scheide beim Menschen. Oft findet sich jedoch beim Frosch keine solche Scheibe und keine Verdickung der Schwannschen Scheide; zuweilen sieht man hier nur eine feine quere Linie, zuweilen sogar nicht einmal eine solche. Eine Theilung der Nervenfasern hatten wir an verschiedenen Stellen des Körpers beobachtet, so in der Nasenschleimhaut, im Peritoneum u. s. w., vorzugsweise aber dieselbe in den Muskelnerven verfolgt. Sie kommt sowohl in den eigentlichen Bündeln, wo mehrere Fasern in ihrer Perineuralscheide beisammenliegen, vor, als auch, und dies vorzugsweise in den feinsten Zweigen, an Nerven, die nur aus einem Paar oder einer einzigen Faser bestehen. Diese Theilung geschieht bald in zwei, bald in drei Fasern, und sie wird oft in ganz kurzen Zwischenräumen wiederholt. An den Theilungsstellen findet sich constant eine Einschnürung und die Myelinscheide zeigt hier eine Unterbrechung. Zwischen den Theilungs-(Einschnürungs-)stellen liegt immer in der Schwannschen Scheide ein Kern, aber dieser befindet sich oft etwas näher der einen Einschnürung.

Ausserhalb der Schwannschen Scheide, welche mehr speciell der Nervenfaser selbst angehört, findet man in den Zerzupfungspräparaten mehr oder weniger zahlreiche, feine Bindegewebsfibrillen, welche der Nervenfaser parallel, bald dichter an ihr, bald in einiger Entfernung verlaufen. Diese Fibrillen liegen oft in Unordnung; wir haben aber gefunden, dass dies von der Präparation herrührt und dass sie im normalen Zustand, wie man es auch an gelungenen Präparaten sehen kann, regelmässig um die Nervenfaser dicht an einander geordnet sind, wobei sie ein zusammenhängendes Häutchen bilden, in welchem die von den Fibrillen herrührende Streifung mehr oder weniger, zuweilen ganz schwach, hervortritt. Sie bilden also eine äussere Scheide oder gehören vielmehr einer solchen an, welche wie ein verhältnissmässig weiter Tubus oder ein Rohr die einzelne Nervenfaser umgiebt. Aber diese Fibrillenscheiden sind nicht selbständige Bildungen, sondern sie sind, wie die anderen oben beschriebenen Fibrillenhäutchen, immer mit Häutchenzellen bekleidet. An der Aussenseite der Fibrillenscheide findet man nämlich Kerne, gewöhnlich von einer kleinen protoplasmatischen Zone umgeben, welche sich in die dünne Häutchenbildung ausbreitet. Besonders oft sieht man Kerne mit kleineren Fetzen dieser Häutchenbildung von der Aussenseite der Fibrillenscheide sich ablösen.

Wenn man einen Querschnitt, der nicht mit Holzessig oder Essigsäure behandelt wurde, betrachtet, so sieht man die geschilderten Fibrillenscheiden ausserhalb der Schwannschen Scheide die quergeschnittenen Nervenfasern umkränzen, und an ihnen liegen die Kerne ihrer Zellenhäutchen. Die Fibrillenscheiden stehen wohl im Allgemeinen dicht bei einander, lassen aber mehrfach zwischen sich kleine Lücken. Bisweilen liegen zwei oder drei oder mehrere Nervenfasern in eine gemeinsame Fibrillenscheide eingeschlossen.

Eine Injectionsflüssigkeit, die vom Perineurium aus zwischen die Endoneuralhäutchen ins Innere des Nerven geht, breitet sich auf diesen Wegen hie und da weiter in die Zwischenräume der Fibrillenscheiden der einzelnen Nervenfasern aus; sie bleibt aber nicht hier, sondern man findet sie auch im Innern dieser Fibrillenscheiden, die Schwannsche Scheide unmittelbar umspülend, und wir müssen daher annehmen, dass die Fibrillenscheiden nicht überall geschlossen sind. Nie dringt die Injectionsflüssigkeit in die Schwannsche Scheide hinein. Es scheint im höchsten Grade wahrscheinlich, dass diese Bahnen die wirklichen Lymphbahnen der Nerven sind und die Nervenfasern liegen dann, jede ausserhalb ihrer Schwannschen Scheide von der Lymphe umspült, oder wie in derselben schwimmend, in einer unvollständig geschlossenen Fibrillenscheide. Von hier aus hat die Lymphe offene Bahnen nach den Perineuralscheidenräumen und mittelst dieser bis zu den Lymphräumen des centralen Nervensystems. Dieses sehr schöne Lymphsystem ist im ganzen peripherischen Nervensystem, so weit wir finden konnten, von dem gewöhnlichen Lymphsystem des Körpers ganz abgeschlossen, obwohl es in den Ganglien den netzförmigen Bau desselben annimmt. Nie sahen wir die Masse bei einer gelungenen Injection in die Nerven in Lymphgefässe der Umgebung des Nerven übergehen.

Unmittelbar ausserhalb des Perineurium jedes Nervenbündels findet man das Epineurium. Es besteht aus concentrisch angeordneten, fibrillären Bindegewebshäutchen, welche durch Einwirkung von Essigsäure höchst bedeutend anschwellen und verändert werden, so dass sie zwar eine unrichtige Vorstellung von ihrem wirklichen Bau, wohl aber, besonders nach Erhärtung in Holzessig, mehrere werthvolle Aufklärungen geben können. Wenn man aber dieselben nach Osmiumsäureerhärtung oder in ganz frischem Zustand untersucht, so findet man Häutchen, welche aus längslaufenden, fibrillären Fasern bestehen. Jederseits sind sie von einer Häutchenzellenschicht überzogen.

Unter dieser Flächenschicht, zwischen ihr und den Fibrillen, sieht man sparsamer oder reichlicher feine elastische Fasern. Nicht selten findet man um die Kerne eine sehr reiche Protoplasmaansammlung, bisweilen in langer spindelförmiger Ausdehnung, sich zwischen den Fibrillen hineinsenken. Diese Häutchen unterscheiden sich also von den Perineuralhäutchen hauptsächlich durch ihren weit grösseren Reichthum an fibrillären Fasern in der Mittelschicht und durch den im Allgemeinen grösseren Reichthum an elastischen Fasern. Sie verbinden sich mit einander, können aber oft schichtenweise vom Nervenbündel abgerollt werden. Auf dieselbe Weise ist die äussere, alle Nervenbündel umschliessende, festere Begrenzung des ganzen Nerven gebaut. Die Zwischenräume sind von Fettgewebe erfüllt. Wenn man die fibrillären Häutchen aus der Nähe des Perineurium nach Behandlung mit Essigsäure oder Erhärtung in Holzessig untersucht, sieht man nach Anilinfärbung rothe Linien, an welchen oft Kerne hervortreten. Diese Linien sind aus zwei Flächenhäutchen gebildet. Oft sieht man diese sich von einander trennen mit zwischenliegenden Spalten, und jeder Kern zeigt sich dann als der einen oder anderen Fläche angehörend. Nicht selten findet man die Kerne mit den zugehörigen Häutchen in grösserer oder geringerer Ausdehnung sich ablösen. Mit dem Mikroskop kann man bei Veränderung des Focus die Häutchenausbreitung von den Kernen aus verfolgen.

Bei Stichinjection in den Nerven geht die Masse zuerst durch die inneren Lymphbahnen des Endoneurium in die Perineuralscheiden hinaus und verläuft hier oft mit wunderbarer Leichtigkeit, besonders beim Kaninchen. Sie kann in weiten Strecken in dem Perineurium desselben Nervenbündels weiter fliessen, verbreitet sich aber gewöhnlich durch Anastomosen und Verbindungen zwischen den Scheiden angrenzender Nervenbündel zu mehreren oder wenigeren der anderen Bündel desselben Nervenstammes. Klemmt man den Nerven in entgegengesetzter Richtung von der, in welcher man injicirt, nicht ab, so geht die Injection leicht recurrent, läuft in Seitenzweige über, oder breitet sich im Nervenplexus aus, wenn man in einen solchen oder in dessen Nähe injicirt. Auf diese Weise kann man sehr feine Zweige injiciren, in den allerfeinsten aber tritt leicht Extravasat ein. Doch haben wir in den Muskeln ein solches Perineurium injicirt, welches nur eine oder einige Nervenfasern einschloss. Führt man bei der Injection nicht die Canülenspitze in das Nervenbündel ein, sondern lässt sie im Epineurium bleiben, so läuft die Injectionsmasse nicht weiter. Der Nerv schwillt an und Berstung entsteht, wenn die Injection forcirt wird. Das Perineurium begleitet die Nerven als Scheiden in ihre feinsten Verzweigungen hinein. Es kann hier zu einem Paar oder zu einem einzigen Häutchen reducirt sein. Die Nervenfasern können innerhalb derselben ihre Fibrillenscheiden beibehalten oder auch verloren haben.

Nach v. Török [1]) kann man an den markhaltigen Nervenfasern von Siredon pisciformis dreierlei äussere Hüllen oder Scheiden wahrnehmen, nämlich 1. Weiter abstehende, die theils um einzelne, theils um mehrere Nervenröhren liegen; diese sind resistente, glashelle Hüllen, zwischen denen bindegewebartige Fasern verlaufen. 2. Dicht umschliessende *a*) Endotheliale Scheiden aus verwachsenen platten Zellen, im Profil als oblonge Kerne mit Ausläufern erkennbar. *b*) Homogene dunkelrandige Scheiden. Die Markscheide zeigt an ganz frischen Nervenröhren keine Structurdifferenzirung. Bald erscheinen aber feine dunkle Linien, welche die Oberfläche in auffallend regelmässig polygonale Felder theilen. Nach Erwärmung verschwindet wieder die Zeichnung. Der Axencylinder ist sehr quellungsfähig; er erscheint deswegen als eine mehr resistente drehrunde Faser oder als sehr dünnes, aber sehr breites Band. Es kann sowohl eine Längsstreifung mittelst Ueberosmiumsäure, wie eine Querstreifung mittelst Versilberung an dem Axencylinder nachgewiesen werden.

Tamamscheff [2]) fand den Axencylinder der Nervenfasern vom Nervenmark durch eine besondere Scheide abgegrenzt. Der Axencylinder erscheint im frischen Zustand vollkommen homogen; nach einiger Zeit treten in ihm kuglige Bildungen, »Nervenkörperchen» auf, welche aus feinen Körnern und Partikelchen bestehen.

Nach Todaro [3]) besitzt der Axencylinder eine eigene Scheide, welche bei den markhaltigen Nervenfasern zwischen Markscheide und Axencylinder, bei den marklosen aber zwischen diesem und der Schwannschen Scheide sich befindet. Diese Scheide des Axencylinders ist bald mehr bald weniger körnig. Todaro beschreibt auch in den Sinnesröhren der Chimæra reichliche Theilungen von feinen Nervenfasern sowie wirkliche Theilungen des Axencylinders.

Quincke [4]) injicirte bei lebenden Hunden von dem Subduralraum und den Subarachnoidalräumen Zinnoberemulsion und fand, wie wir, dieselbe bei einer Anzahl der Versuche in den peripherischen Nerven wieder; dies fand

[1]) Verhandl. der physik.-med. Gesellschaft in Würzburg. N. F. Bd III. 1872.
[2]) Centralblatt d. med. Wissenseh. 1872. N:o 38.
[3]) Sulla struttura dei plessi nervosi. Roma 1872.
[4]) Arehiv f. Anatomie, Physiologie und wissenseh. Medicin. 1872.

an den Intercostalnerven bis zum Abgang der Rami communicantes zum Sympathicus und noch etwas darüber hinaus statt. An den Lumbalnerven war der Zinnober in mehreren Fällen bis in den Bereich des Plexus lumbalis zwischen den Ursprüngen des Psoas, sowie bis zum Plexus ischiadicus jenseits seines Eintritts in die Beckenhöhle zu verfolgen. An den Hirnnerven konnte er dagegen die Injectionsmasse niemals bis über die Knochencanäle hinaus verfolgen.

S. MAYER [1]) beschreibt der Innenfläche der Schwannschen Scheide anliegende, in gewissen Perioden mehr oder weniger mächtige, oft Pigmentkörnchen führende, kernhaltige Zellen. Sie scheinen ihm in den peripherischen Nerven das Analogon der in den Spinalganglien und im Sympathicus vorkommenden Nervenzellen darzustellen. In den peripherischen Nerven fand er zusammen mit den markhaltigen stets einzelne marklose sowie solche mit nicht zusammenhängender Markscheide.

Nach ROBIN [2]) bestehen die ausgebildeten Nervenröhren zu äusserst aus einer homogenen sehr dünnen Wand, welche zuweilen fein gefaltet oder fein gestreift, nicht aber fibrös ist und beim Embryo Kerne enthält; innerhalb dieser Wand findet sich eine das Licht stark brechende Schicht, das Myelin, und in der Mitte der Röhre der »solide, biegsame, brüchige» Axencylinder.

H. D. SCHMIDT [3]) beschreibt die Myelinscheide der Nervenfasern als aus zwei Schichten gebildet, aus einer äusseren »fibrillären» und einer inneren, den Axencylinder umgebenden, feinkörnigen, »medullären». Nach aussen von diesen liegt die »tubuläre Membran». Die zarten glatten Fibrillen der Myelinscheide sind nach ihm wahrscheinlich nervöser Natur. Der Axencylinder bestehe aus reihenweise angeordneten kleinen Körnchen, welche durch eine homogene Substanz zu Fibrillen vereinigt sind. Letztere, durch dieselbe Substanz zusammengehalten, bilden den Axencylinder, welcher aussen von einer zarten Scheide umgeben ist. Die Körnchen der Fibrillen, »nervous elements», sollen den sarcous elements der Muskelfasern entsprechen. SCHMIDT schildert auch die nahe an einander liegenden Einkerbungen der Markscheide, welche u. A. schon STILLING abgebildet hat.

Die zuletzt erwähnten Einkerbungen wurden dann von LANTERMAN [4]) als constante Bildungen an den markhaltigen Nervenfasern aller Vertebraten beschrieben. Die Markscheide besteht nach ihm aus einzelnen cylindrischen Partien, deren jede an einem Ende oder auch an beiden zugespitzt, in die folgende Partie eingepasst ist. Zwischen zwei Ranvierschen Einschnürungen sind gewöhnlich mehrere Kerne vorhanden, da schon sehr viele kleinere Markpartien je einen Kern besitzen. Die kleinen Markpartien können nach LANTERMAN keine Kunstproducte sein, weil sie schon am lebenden Nerven zu beobachten sind.

THIN [5]) fand durch seine Behandlungsmethode mit »saturated potash solution», dass jede markhaltige Nervenfaser mit einer Schicht von platten Zellen bekleidet ist. Diese Schicht liegt der Markscheide dicht an und befindet sich nach innen von der Schwannschen Scheide. Sie besteht aus äusserst feinen Zellen, welche lang, schmal und oft sehr zugespitzt sind. Zuweilen scheint es, als ob die Schwannsche Scheide an ihrer Innenseite von einer Schicht platter Zellen, welche von den die Markscheide bedeckenden verschieden sind, bekleidet ist. Auch durch eine andere Methode (Alkohol, Hämatoxylin) kann das Vorhandensein sehr reichlicher Kerne (d. h. Zellen) rings um die Markscheide dargelegt werden.

In seiner letzten Arbeit über den Bau der Wurzeln der Spinalnerven [6]) giebt ROUDANOVSKY eine sehr ausführliche Darstellung seiner einschlägigen Ansichten, welche im Wesentlichen mit den früher von ihm veröffentlichten übereinstimmen. Die Nervenröhren haben eine fünf- oder sechseckige Gestalt; sie sind nach ihrer Dicke gerechnet von vier Arten. Jede Röhre besteht aus einer parietalen Partie, welche eine andere vom Myelin umschlossene Röhre, den Axencylinder, enthält. Die einzelnen Röhren sind von einander durch intertubuläre Räume, welche an gewissen Stellen Erweiterungen (réservoirs) besitzen, getrennt. Die äussere Fläche der Röhren erscheint bald längsgestreift, bald mit Kernen, bald mit queren oder schiefen Falten versehen. Die queren Streifen, welche an jeder Seite der polygonalen Röhren vorhanden sind, verbinden sich unmittelbar von der einen Röhre zur anderen. Die Ranvierschen

[1]) Wiener Acad. Anzeiger. 1873. N:o 8—10.

[2]) Anatomie et physiologie cellulaires. Paris 1873.

[3]) Monthly microsc. Journal. XI, XII. 1874.

[4]) Centralblatt f. die medicin. Wissensch. 1874. N:o 45.

[5]) Proceedings of the royal Society. Vol. XXII. N:o 155. 1874.

[6]) De la structure des racines des nerfs spinaux et du tissu nerveux dans les organes centraux de l'homme et de quelques animaux supérieurs. Paris 1875.

Einschnürungen der Nervenröhren sind Kunstproducte, durch die Präparation mit Nadeln entstanden. Kerne, von Protoplasma umgeben, konnte Roudanovsky nie an der Innenseite der Röhren finden; die Kerne existiren nicht in der Schwannschen Scheide, sondern in einer äusseren Hülle der Primitivröhren. Das Myelin besteht aus in einander liegenden Ringen oder Röhren; die innerste derselben umschliesst den Axencylinder. Letzterer, an welchem er zuweilen ganz unzweideutig kleine Kerne sah, enthält in seinem inneren Canal eine Flüssigkeit, die sich bewegen könne. In manchen Fällen sind die Axencylinder angrenzender Röhren durch Querfasern mit einander verbunden.

In seinen späteren Arbeiten hat Frey [1]) die Bezeichnung »Neurilemm» für die Schwannsche Scheide und das Wort »Perineurium» für das Neurilem anderer Forscher angewandt. Betreffs der ersten nimmt er in seiner letzten Publication die Ranvierschen Schnürringe sowie die Kerne der Scheide an. Das »Perineurium» dringt platten- und scheidenartig nach innen zwischen die Bündel der Nervenfasern, wird dabei loser und weicher. »Seine modifizirte Grenzschicht bildet zuletzt die Primitivscheide der Nervenröhre.»

Der Bau der Nervenfasern der cerebrospinalen Nerven.

Den Bau der peripherischen cerebrospinalen Nerven werden wir in besonderen Capiteln schildern, nämlich zuerst die Nervenfasern, und dann das in die Bildung der Nerven eingehende Bindegewebe, nebst den Saftbahnen der Nerven sowie das Verhalten der Nerven nach ihrer peripherischen Endausbreitung hin. Wir beginnen mit der Schilderung der Nervenfasern, nachdem wir zuerst einen Rückblick auf die bisherigen Angaben über die dieselben zusammensetzenden Theile geworfen haben.

Historischer Rückblick.

Wie aus der obigen ausführlicheren Darstellung der betreffenden Literatur hervorgeht, haben bis auf die letzte Zeit weniger das eingehendere Studium über den Bau der peripherischen Nerven als einige besondere allgemeine Fragen die Aufmerksamkeit der Anatomen in Anspruch genommen. Von diesen Fragen war diejenige über die Natur der organischen (vegetativen) Nervenfasern eine der am meisten hervorragenden. In einem unten folgenden Capitel werden wir diesen Gegenstand in Zusammenhang mit einer Darstellung der früheren Ansichten über den Nervus Sympathicus genauer besprechen. Ferner hat die Frage vom natürlichen Vorhandensein des Axencylinders Veranlassung zu bedeutenden Differenzen gegeben. Wahrscheinlicher Weise hat Fontana dies Gebilde gesehen. Von Ehrenberg und von Valentin wird es nicht erwähnt, vielmehr mit Sicherheit zuerst von Remak gefunden und als ein normaler Bestandtheil der Nervenfaser unter dem Namen »Primitivband» (Fibra primitiva) bestimmter beschrieben; fast gleichzeitig wurde es von Purkinje als ein Canal innerhalb des Markes, später aber von ihm und Rosenthal als ein fester Strang, Cylinder axis, geschildert und dann auch von Schwann als normal vorhanden angenommen. Valentin und Henle fassten das fragliche Gebilde als den noch nicht geronnenen, centralen Theil des Markes auf; ebenso R. Wagner, Leydig u. A. Hannover und J. Müller schlossen sich Remak an und Kölliker beschrieb den Axencylinder als eine schon während des Lebens vorkommende natürliche und normale Bildung. Endlich wurde der Axencylinder als der wichtigste Bestandtheil der Nervenfaser allgemein anerkannt. Ueber die Gestalt und den Bau desselben sind verhältnissmässig nur wenige unter einander verschiedene Ansichten geäussert worden.

---

[1]) Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. Vierte Auflage. Leipzig 1874. — Grundzüge der Histologie zur Einleitung in das Studium derselben. Leipzig 1875.

Remak schilderte ihn als ein plattes festes Band mit parallelen Rändern und sehr wenig unebener Oberfläche. Purkinje und Rosenthal sahen in ihm einen runden, fein punktirten Cylinder. Hannover fand ihn sehr feinkörnig, selten längsstreifig, nicht platt, sondern cylindrisch und sehr wahrscheinlich nicht solid, sondern hohl. Nach Kölliker ist die centrale oder Axenfaser drehrund oder leicht abgeplattet, homogen, seltener granulirt oder streifig. Remak, der früher beim Krebs ein aus vielen feinen Fäden gebildetes Axenbündel in den Nervenröhren gesehen, fand bei den Wirbelthieren die Axenfaser während des Lebens schlauchförmig; in ihrer dünnen, aber festen Wand sah er eine regelmässige Längsfaserung, in dem Canale des Schlauches aber fand er keine Fasern. Stilling glaubte, dass der Axencylinder aus mindestens drei concentrisch in einander geschachtelten Schichten gebildet sei, und von jeder derselben sah er eine Menge feiner Röhren entspringen, welche das Mark durchsetzen resp. bilden und mit dem Fasernetze der Hülle in Verbindung treten. Nach Mauthner besteht der Axencylinder aus zwei in einander steckenden Cylindern, welche weder mit einander noch mit dem Nervenmarke in irgend einer Verbindung stehen. Waldeyer sah ihn in den peripherischen Nerven als platt bandförmig, festweich und elastisch, homogen und nicht in Fibrillen zerlegbar, am centralen Ende aber oft aus feinen Fäden zusammengesetzt. Nach Roudanovsky geben die Axencylinder in ziemlich gleichen Abständen quere Fasern ab, welche die Wände der Nervenröhren durchlaufen und sich mit den entsprechenden Fasern benachbarter Axencylinder verbinden. Dann sah Roudanovsky an ihnen doppelte Contouren und einen in der Mitte befindlichen, eine fette Substanz enthaltenden Canal. Frommann erhielt durch Versilberung eine Querstreifung des Axencylinders. Nach Kutschin besteht derselbe aus einer Reihe der Länge nach angeordneter länglicher, kernhaltiger Zellen. Nach Grandry ist er aus zwei physicalisch und chemisch differenten Substanzen zusammengesetzt, die aber nicht vermischt, sondern vollständig von einander isolirt und zu queren Scheiben auf einander in regelmässigem Wechsel angeordnet sind. Kölliker konnte keine bestimmte Beweise für eine fibrilläre Beschaffenheit des Axencylinders finden, sondern beschrieb ihn ungefähr wie früher; er ist nach ihm nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest und hat keine besondere Hülle. Max Schultze sah hingegen an demselben eine mehr oder weniger deutliche parallele Längsstreifung, von einer Zusammensetzung aus Fibrillen und einer wahrscheinlich interfibrillären feinkörnigen Substanz herrührend. Ranvier erhielt durch Versilberung der Nervenfasern an den Einschnürungsstellen der Schwannschen Scheiden schwarze Querstreifen an den Axencylindern und ausserdem eigenthümliche Verdickungen einer sehr bestimmten Form, nämlich derjenigen zweier mit den Grundflächen an einander gelegten Kegel; da die Verdickungen immer in der Nähe der Einschnürungen zu sehen waren, nimmt er an, dass sie zu denselben gehören und zu ihrer Verschliessung dienen. Durch Picrocarmin bekam er an den Axencylindern eine deutliche doppelte Contour, welche für deren tubuläre Beschaffenheit spricht. v. Török fand die Axencylinder sehr quellungsfähig, weswegen sie entweder mehr drehrund oder bandförmig erscheinen; durch Ueberosmiumsäure kann nach ihm eine Längsstreifung, durch Versilberung eine Querstreifung dargelegt werden. Todaro beschrieb um den Axencylinder eine eigene, mehr oder weniger körnige Scheide, welche bei den Markfasern, zwischen ihm und der Markscheide, bei den marklosen Fasern aber zwischen demselben und der Schwannschen Scheide sich befindet. Tamamscheff sah den auch nach ihm durch eine besondere Scheide vom Marke abgegrenzten Axencylinder im frischen Zustand vollkommen homogen; nach einiger Zeit treten aber in demselben kuglige Bildungen, »Nervenkörperchen», auf. Robin erwähnt den Axencylinder als ein solides, zwar biegsames, aber doch brüchiges Gebilde. Nach Schmidt besteht der von einer zarten Scheide umgebene Axencylinder aus reihenweise angeordneten kleinen Körnchen, »nervous elements», welche durch eine homogene Substanz zu Fibrillen vereinigt sind; die Fibrillen seien durch dieselbe Substanz zu den Axencylindern zusammengehalten. Nach Roudanovskys letzter Mittheilung enthält der Axencylinder in seinem inneren Canale eine Flüssigkeit, die sich bewegen könne; er hält noch an den die einzelnen Axencylinder verbindenden Querfasern als in manchen Fällen vorkommend fest. Zuweilen sah er ganz unzweideutig kleine Kerne am Axencylinder. Nach Frey besteht endlich höchst wahrscheinlich der Axencylinder aus einem Bündel äusserst feiner Fädchen, die in eine zartkörnige Substanz eingebettet zu sein scheinen.

Nach diesem Rückblicke auf die verschiedenen Ansichten von der Beschaffenheit des Axencylinders liegt es am nächsten die Auffassungen betreffs der Myelinscheide zusammenzufassen. Bezüglich derselben können wir aber kurz sein. Wahrscheinlich hat schon Fontana dieselbe gesehen, obwohl seine Beschreibung einige Zweifel übrig lässt. Ehrenberg, welcher die Nervenröhren in cylindrische und variköse theilte, sah in der Höhlung der ersteren einen weniger durchsichtigen markähnlichen Inhalt, das Nervenmark, und dieses Mark lässt sich nach ihm auch auspressen. Lauth fand in den Röhren eine körnige Substanz. Valentin sah den Inhalt der Nervenfaserröhren als gleichmässig, hell, durchsichtig, farblos, halbflüssig, nicht aus Kugeln, Bläschen oder Fasern gebildet. Nachdem der Axencylinder

als ein besonderer Bestandtheil der Nervenfasern durch Remak und Purkinje—Rosenthal unterschieden worden war, beschrieb man das Nervenmark als eine weisse, fettartige Substanz (Schwann), oder als eine besondere »Markscheide» (Purkinje—Rosenthal), oder Myelinscheide um den Axencylinder. Wie oben erwähnt wurde, hielten indessen noch lange Zeit hindurch manche Histologen (bes. Valentin, Henle, Bidder) den Axencylinder für einen nach dem Tode durch Gerinnung oder dergl. abgesonderten Theil des Markes, allmählig aber wurde diese Ansicht in der Art modifizirt, dass man denselben als schon während des Lebens angelegt betrachtete, um endlich zur Lehre von seiner normalen Präexistenz überzugehen. Die Markscheide wurde im Allgemeinen von den Histologen als eine mehr oder weniger flüssige, fettige oder ölartige, durchsichtige, gleichartige (unstructurirte), glänzende, nach dem Tode coagulirende Substanz beschrieben. Das geronnene Mark erscheine nicht mehr ganz homogen, sondern krümlich, körnig, aus unregelmässigen Massen zusammengesetzt. Je nach dem Fortschreiten der Gerinnung erscheint die Markscheide dünner oder dicker, immer aber doppeltcontourirt. Nur einige abweichende Ansichten wurden ausgesprochen; unter diesen möchten folgende hervorzuheben sein. Stilling sah im Marke ein complicirtes Netzwerk sehr feiner Fasern oder Röhrchen; er beschreibt mehrere verschiedene Gestalten der geronnenen Markscheide. Nach Mauthner trotzt dieselbe jeder Erkenntniss ihres inneren Baues; nur eine eigenthümliche concentrische Streifung ist hervortretend. Im Allgemeinen wurde die Markscheide als den Axencylinder eng umfassend beschrieben. Klebs wollte aber einen Raum mit einer periaxialen Flüssigkeit zwischen ihnen gefunden haben. Ranvier beschrieb regelmässige, mit den Einschnürungen der Schwannschen Scheide zusammenfallende Unterbrechungen der Markscheide. Schmidt sah diese Scheide als aus zwei Schichten gebildet an, einer äusseren fibrillären und einer inneren, den Axencylinder umgebenden, feinkörnigen, »medullären». Die zarten glatten Fibrillen der Myelinscheide seien wahrscheinlich nervöser Natur. Er schildert dann die bekannten, schon von Stilling abgebildeten, dachziegelförmigen Spalten der Myelinscheide, und darauf wurden dieselben auch von Lanterman als constante, nicht künstlich entstandene Bildungen beschrieben. Nach Roudanovsky besteht das Myelin aus in einander liegenden Röhren, deren innerste den Axencylinder umschliesst.

Wenn wir ferner einen Rückblick auf die Ansichten über die Nervenfaserscheide werfen, finden wir schon bei älteren Forschern Angaben über eine röhrenförmige Beschaffenheit der Nervenfasern. So meldet z. B. Leeuwenhoek, dass er in einem dünnen Nerven etwa 1000 Röhren gerechnet habe. Ob Fontana die betreffende Scheide gesehen hat, müssen wir dahingestellt lassen. Barba spricht von einer zelligen und aus unzähligen, unter sich verbundenen Fäden bestehenden Scheide der einzelnen Nervenfäserchen. Ehrenberg äussert von seinen cylindrischen Nervenröhren, dass sie nach Auspressen des Markes als leere Hüllen mit innerer und äusserer Wandgrenze sichtbar bleiben. Lauth spricht auch von Wänden der Nervenröhren; ebenso Berres. Nach Valentin besitzt jede Nervenfaser eine zellgewebige, aus feinsten longitudinal verlaufenden Fäden bestehende Scheide, die so überaus zart ist, dass sie ihres Inhaltes beraubt, gewöhnlich dem Anblicke verschwindet und nur in höchst seltenen günstigen Fällen ihre einzelnen Fasern erkennen lässt. Remak scheint in seinen ersten Mittheilungen die fragliche Scheide nicht genau von der Myelinscheide unterschieden zu haben. Purkinje sah an Querschnitten an der Peripherie der Nervencylinder eine kreisförmige Doppellinie, entsprechend der umhüllenden Membran, welche gefässartig das Nervenmark enthält. Obwohl also schon von verschiedenen Forschern mehr oder weniger deutlich gesehen und erwähnt, wurde die Scheide doch zuerst von Schwann genauer beschrieben. Sie hat nach ihm gar keine faserige Structur, ist dünn, blass und von granulirtem Aussehen; an ihrer inneren Fläche finden sich bei ganz jungen Nerven constant, bei etwas älteren in einzelnen Fällen noch Zellenkerne. Diese Scheide sei als die Zellenmembran durch Verschmelzung primärer Zellen anzusehen. Nach ihm wurde sie später die Schwannsche Scheide genannt, welche Benennung auch in der folgenden Beschreibung beibehalten werden soll. Purkinje—Rosenthal sahen in der betreffenden Scheide öfters Kerne sowie hie und da Fasern. Gerber erwähnt innerhalb der durch scharfe Contouren bezeichneten stärkern Primitivschläuche eine zartere, mit sehr schief stehenden, spiral angeordneten Kegeln besetzte Linie, welche von einem im frischen Nerven thätigen Flimmerepithelium herzurühren scheine. Henle konnte in der blassen Scheide der primitiven Nervenröhren keine Kerne finden; er erwähnt Einschnürungen an derselben, die er mit denjenigen der Bindegewebsbündel vergleicht. Nach Hannover ist die »Zellenscheide» der Nervenfaser ein hohler, aus einer homogenen, sehr blassen Membran gebildeter Cylinder, an dem er eine Zusammensetzung aus Fasern nie deutlich wahrnehmen konnte. Robin beschreibt in den Spinalwurzeln der Rochen breite doppeltcontourirte Nervenröhren, die von einer Strecke zur anderen eingeschnürt sind. Czermak erwähnt ebenfalls Einschnürungen der Scheiden, hält sie aber nur für zufällig, durch die Gerinnung des Markes entstanden. Dann wird die Schwannsche Scheide von den Histologen im Allgemeinen

als eine dünne homogene Membran beschrieben. So z. B. schildert sie Kölliker als eine äusserst zarte, nachgiebige und elastische, vollkommen structurlose und wasserhelle Haut; Kerne der Nervenscheiden konnte er bei erwachsenen Thieren nicht wahrnehmen. Gerlach sah die Scheide zwar structurlos, häufig aber leicht granulirt, und nach ihm finden sich an ihr Kerne bei jüngeren Individuen. An den von Nervenmark leeren und zusammengefallenen Stellen hat die Scheide eine kegelförmige Gestalt, indem gleichsam zwei Kegel mit ihren Spitzen vereinigt sind. Nach Stilling besteht die fragliche Scheide aus einem complicirten Netzwerk sehr feiner Fasern oder Röhrchen; die Scheiden benachbarter Primitivfasern haben viele Communicationen, indem zahlreiche feinste Röhrchen von der Hülle der einen zu denjenigen der nächstliegenden übergehen. Nach Leydig ist die homogene Hülle hie und da mit Kernrudimenten versehen, scheint aber im Ganzen nach ihm keineswegs constant zu sein, sondern namentlich an den feineren Fasern zu fehlen. Nach Frey besteht sie aus elastischer oder einer nahekommenden Substanz und erscheint meistens als ganz homogene, unmessbar feine, kernlose oder kernführende Membran. Dann wies Reissner nach, dass alle Nervenfasern als allgemeinen Charakter in ihren Primitivscheiden spindelförmige oder länglichrunde Kerne besitzen; bei manchen, besonders dickeren, Fasern sah er sie spärlicher, als bei anderen, besonders feineren; die Kerne liegen in der Scheide und nicht an ihrer Innenseite. Nach Mauthner ist die Schwannsche Scheide entweder eine structurlose Membran, oder sie zeigt auch in einigen Fällen deutlich eine Zusammensetzung aus feinen Bindegewebsfasern. Roudanovsky sah in den Wänden der Nervenröhren, zwischen dem Myelin und dem bindegewebigen Neurilem, eine aus Querfasern bestehende Membran oder Tunica intima; die Querfasern oder Fibrillen laufen über jede Seite der eckigen Röhren und vereinigen sich am Winkel der Röhrenwände. Klebs betrachtet die Schwannsche Scheide als kein nothwendiges Zubehör der dunkelrandigen Nervenfasern, indem sie an den peripherischen Verzweigungen verschwindet. Nun beschrieb auch Kölliker an der Innenseite, in Wirklichkeit aber wahrscheinlich in der Substanz der Primitivscheide aller Nervenröhren, Zellenkerne von länglichrunder Gestalt. In den Endausbreitungen seien die einzelnen Fasern ebenso gut wie in den Centralorganen als hüllenlos zu bezeichnen. Nach Max Schultze ist die Schwannsche Scheide entweder eine structurlose, glashelle, zarte Haut, dem Sarcolemma der Muskelfasern in Consistenz und chemischer Beschaffenheit ähnlich, oder besteht aus mehrfachen Lagen fibrillären Bindegewebes; wie bei dem Sarcolemma kommen auch in ihr in gewissen Abständen Kerne eingebettet vor. Dann zeigte Ranvier, dass durch Versilberung an den Nervenfasern quere schwarze Linien in regelmässiger Anordnung entstehen, welche gewissen Einschnürungsstellen entsprechen; diese später sogenannten Ranvierschen Einschnürungen der Schwannschen Scheide sah er nach Picrocarminbehandlung durch einen engen convexen Ring hervorgerufen, welcher als ein convexer lichtbrechender Körper erscheint und in die Schwannsche Scheide übergeht. Diese Stellen, welche Unterbrechungen der Myelinscheide entsprechen, seien Nutritionsbahnen des Axencylinders. Von aussen sei die Schwannsche Scheide von einer Zellenschicht bekleidet, deren Kerne seiner ersten Mittheilung nach in Gruben an der Aussenseite der Schwannschen Scheide, nicht in ihr selbst noch an ihrer Innenseite liegen. In einer späteren Mittheilung beschrieb er die fraglichen Ringe als Verdoppelungen der Scheide. Durch Ueberosmiumsäure sah er sie von der Seite her als biconcave Menisken, die durch einen feinen Streifen in zwei gleiche Theile quer getheilt erschienen. Die Kerne fand er nunmehr an der Innenseite der Scheiden; sie sind von einer Protoplasmazone umgeben und regelmässig derart angeordnet, dass immer ein Kern ungefähr in der Mitte zwischen zwei Einschnürungen sich befindet; jedes interannuläre Segment entspreche einer Zelle. Auch an lebenden Nervenfasern sah er die Einschnürungen. Bei Rochen und Zitterrochen sah er jedes interannuläre Segment mit drei Kernen, einem in der Mitte, zwei an den Enden liegenden versehen, von welchen die beiden letzteren einer äusseren jede Faser umgebenden Scheide angehören. Bald danach gaben wir einen vorläufigen Bericht über unsere betreffenden Untersuchungen. An den Nervenfasern, besonders des Menschen, beschrieben wir die Schwannschen Scheiden als dünne, durchsichtige structurlose Häutchen, an deren Innenseite in gewissen Abständen die von einer, gewöhnlich grobe glänzende Körner enthaltenden Protoplasmazone umgebenen Kerne ungefähr mitten zwischen zwei Einschnürungen liegen. Letztere seien normale, verengerte, oft mit einer kleinen Verdickung versehene Stellen der Scheiden, können aber zuweilen mehr oder weniger unvollständig sein; an der Aussenseite derselben sahen wir gewöhnlich eine feinkörnige Ansammlung. Die Beschaffenheit der Einschnürungen wechselt etwas bei verschiedenen Thierclassen. v. Török fand an den Nervenfasern von Siredon endotheliale Scheiden aus verwachsenen platten Zellen, im Profil als oblonge Kerne mit Ausläufern erkennbar. S. Mayer beschrieb auch die der Innenfläche der Schwannschen Scheide anliegenden, zu gewissen Perioden mehr oder weniger mächtigen, oft Pigmentkörnchen führenden kernhaltigen Zellen. Robin

erwähnt die Schwannsche Scheide als eine homogene, sehr dünne Wand, welche zuweilen fein gefaltet oder fein gestreift, nicht aber fibrös ist und beim Embryo Kerne enthält. Nach LANTERMAN finden sich zwischen zwei Einschnürungen gewöhnlich mehrere Kerne. THIN sah zwischen der Schwannschen Scheide und der Markscheide eine Schicht äusserst feiner, langer schmaler, oft sehr zugespitzter Zellen, welche letzterer Scheide dicht anliegen; zuweilen erscheint es nach ihm als ob ebenfalls die Innenseite der Schwannschen Scheide von einer besonderen Schicht platter Zellen bekleidet sei. Nach ROUDANOVSKY haben die Nervenröhren eine fünf- bis sechseckige Gestalt; die äussere Fläche der Röhren erscheint bald längsgestreift, bald mit Kernen, bald mit queren oder schiefen Falten versehen; die queren Streifen verbinden sich unmittelbar von einer Röhre zur anderen. Die Einschnürungen seien Kunstproducte. Kerne, von Protoplasma umgeben, konnte er nie an der Innenseite der Röhren finden; die Kerne fänden sich nicht in der Schwannschen Scheide, sondern in der äusseren Hülle der Primitivröhren. FREY nimmt in seiner letzten Arbeit die Ranvierschen Einschnürungen oder Schnürringe sowie die Kerne der Schwannschen Scheide (des »Neurilemms» FREY) als normale Bildungen an.

Unter den von einer Myelinscheide umgebenen Nervenfasern wurden besonders in Bezug auf die Breite mehrere Formen unterschieden. EHRENBERG theilte schon die Fasern in g r ö b e r e cylindrische und f e i n e r e gegliederte (variköse); letztere seien im Gehirn und Rückenmark, sowie in den drei weichen Sinnesnerven, im sympathischen Nerv und seinen Ganglien vorhanden. TREVIRANUS sprach Zweifel an der natürlichen Existenz der Varikositäten der Nervenfasern aus und meinte, dass sie durch äussere Einflüsse entstanden seien. LAUTH sah die Nervenröhren eine verschiedene Dicke darbieten, und REMAK fand, dass es keinen einzigen Spinalnerven gebe, der nicht auch gegliederte Fasern enthielte. In den hinteren Wurzeln der Spinalnerven der Rochen beschrieb ROBIN zwei Arten von Nervenröhren, nämlich breite, doppeltcontourirte, von einer Strecke zur anderen eingeschnürte und viel feinere zu kleinen Bündeln vereinigte, ebenfalls doppeltcontourirte, variköse. Nach STANNIUS giebt es in allen sensiblen Nerven der Fische ein System ursprünglich schmaler und ein System ursprünglich breiter Nervenröhren. Nach KÖLLIKER variiren die Nervenfasern sehr in Bezug auf die Durchmesser, so dass man dieselben in feine und grobe, in zarte und feste eintheilen kann. Dann wurden die markhaltigen Nervenfasern in Bezug auf die Verschiedenheiten ihres Durchmessers ungefähr in derselben Weise von den späteren Forschern aufgefasst. Sie sprechen im Allgemeinen von feineren und gröberen Fasern, geben aber zu, dass eine Menge von verschiedenen Gradationen in der Breite vorhanden sind. Die Varikositäten werden in der Regel als künstlich (nach dem Tode) entstanden aufgefasst. KÖLLIKER theilt zuletzt die markhaltigen Fasern in feinste, feine, mitteldicke und dicke, starke und grobe Fasern.

Eine interessante Frage bezüglich dieser Nervenfasern ist die über das Vorkommen von T h e i l u n g e n derselben. Dass die Nervenfasern während ihres Verlaufs in den Nervenstämmen nie untereinander anastomosiren wurde schon von EHRENBERG hervorgehoben und von den meisten Forschern bestätigt. Unter Anderen suchte auch KRONENBERG zu zeigen, dass die Primitivfasern in den Nerven vom Gehirn bis zu den peripherischen Theilen zwar die Bündel wechseln, aber jedenfalls isolirt verlaufen, und VALENTIN äusserte die Meinung, dass jede Primitivfaser von der äusseren Peripherie bis zu ihrer Einpflanzung in die graue Substanz ein vollständiges, nicht mit anderen communicirendes Leitungsrohr bildet. So auch HENLE u. A. Die Theorie von den Endschlingen der Nervenfasern, welche ziemlich lange Zeit eine Rolle gespielt hat, lassen wir hier ganz unberücksichtigt, da sie jetzt vollständig ausgestorben ist und den Gegenstand unserer Untersuchungen nicht berührt. Abgesehen von diesen Endschlingen erkannte man mithin im Allgemeinen nicht Anastomosen der einzelnen Primitivfasern. Wirkliche Theilungen der Fasern fanden aber JOH. MÜLLER und BRUECKE an den Augenmuskeln des Hechtes und sie sahen sogar zuweilen an derselben Faser den Theilungsprocess sich zwei und selbst drei Mal wiederholen. Dies wurde dann von mehreren Forschern bestätigt; so besonders von R. WAGNER am electrischen Organ des Zitterrochens und an Muskelnerven des Frosches. Ferner sah STANNIUS eine Theilung der Primitivröhren in den Nervenästen des Oculomotorius und in den Rückenmarksnerven der Fische, nie aber in mehr als drei Fasern; eine Einschnürung beobachtete er immer vor der Theilungsstelle. An den Hautnervenzweigen des Frosches fand CZERMAK eine wiederholte dichotomische Theilung der Nervenfasern und ebenfalls an den Theilungsstellen Einschnürungen, die er indessen für zufällig hielt. Diese Theilungen in peripherischen Nervenzweigen, vorzugsweise der Muskelnerven des Frosches, wurden dann von mehrern Forschern bestätigt. FREY erwähnt hierbei wieder die Einschnürung, sowie dass hier manchmal das Mark fehlt und der Axencylinder unumhüllt von ihm übrig bleibt. W i r zeigten dann, dass die Theilungsstellen eben normalen Einschnürungsstellen der Nervenfasern entsprechen, dass mithin nicht nur die Myelinscheide hier fehlt, sondern dass auch die Kerne der Schwannschen Scheide zu den Theilungseinschnürungen sich eben so verhalten wie zu den gewöhnlichen Einschnürungen.

Von Ehrenberg und Valentin wurden in den Nerven nur myelinhaltige Nervenfasern erwähnt; dann entdeckte Remak die myelinfreien (organischen oder vegetativen) Nervenfasern. Die bisherigen Ansichten über sie werden beim sympathischen Nerven angemerkt werden. In diesem Rückblick seien nur die ihr Vorkommen in den Cerebrospinalnerven betreffenden Angaben angeführt. Remak bemerkt, dass er in den vorderen und hinteren Spinalnerven organische Nervenfasern gefunden habe. Nach Hannover finden sich in geringer Menge vegetative Nervenfasern in die weissen Nervenzweige, sogar in die hinteren Nervenwurzeln eingemischt. Beale erwähnt in peripherischen Endzweigen beim Frosch, zusammen mit dunkelrandigen Nervenfasern liegend, feine mit Kernen versehene Nervenfasern. Endlich beschrieben wir bei den verschiedenen Nervenstämmen als mehr oder weniger zahlreich vorkommend marklose Fasern; sie seien äusserst (doch nicht ganz gleich) schmale, ungefähr cylindrische, gleich breit bleibende, etwas glänzende Fasern ohne deutlich wahrnehmbare Schwannsche Scheide und Einschnürungen, aber mit in gewissen Entfernungen liegenden länglichen Kernen versehen.

Histologische Beschreibung.

Die cerebrospinalen Nervenfasern des Menschen.

(Taf. VI und VII).

Die Nervenfasern der peripherischen cerebrospinalen Nerven lassen sich am besten in zwei Classen theilen, nämlich die myelinhaltigen oder Markfasern und die myelinfreien oder marklosen Fasern. Jede Markfaser wird bekanntlich aus drei Bestandtheilen gebildet, nämlich dem Axencylinder, der Myelinscheide und der Schwannschen Scheide. Der Axencylinder (Cylinder axis, Primitivband, Axenfaser), welcher nunmehr als der physiologisch wichtigste Theil der Nervenfaser anerkannt ist, bildet im frischen Zustande einen im Allgemeinen wahrhaft cylindrischen Faden, welcher in der Mitte jeder Nervenröhre durch deren ganze Länge vom centralen bis zum peripherischen Ende verläuft; die einzige Unterbrechung im Verlaufe desselben dürfte in den Fällen vorkommen, wo eine bipolare (oder multipolare) Ganglienzelle in ihn eingeschachtelt wäre; dies Verhältniss ist aber in den cerebrospinalen Ganglien des Menschen nicht mit Sicherheit erwiesen. Da der Axencylinder, wie bemerkt, in der Regel die Gestalt eines mehr oder weniger cylindrischen Fadens (Taf. VII Fig. 1—4) hat, ist sein Querschnitt rund, rundlich oder etwas oval; dies tritt besonders deutlich hervor, wenn man die einzelnen Nervenfasern eines quer durchschnittenen, nicht gezerrten Nervenstammes durchmustert; aber auch am optischen Querschnitt (Taf. VII Fig. 1—4) der isolirten Nervenfasern und sogar der isolirten Axencylinder ist die cylindrische Gestalt gewöhnlich deutlich ausgedrückt. Nicht selten findet man aber auch die isolirten Axencylinder mehr oder weniger abgeplattet (Taf. VII Fig. 5), so dass ihr Querschnitt nicht nur die erwähnte ovale Form annimmt, sondern elliptisch oder gar bandähnlich platt ist. In wie weit letztere Gestalt der Natur entspricht oder nur durch Manipulation entstanden sei, konnten wir nicht sicher feststellen. Es lässt sich indessen schwer einsehen, wie dieselbe durch künstliche Einflüsse entstanden sein sollte. Von der Seite betrachtet, zeigen die einzelnen Axencylinder in ungeschrumpftem und ungezerrtem Zustande im Ganzen parallele Ränder und in Uebereinstimmung damit eine sich ziemlich gleichbleibende Breite; die Axencylinder sind aber von sehr verschiedener Breite, indem die der gröberen Nervenfasern in der Regel stärker sind und im Allgemeinen die Dicke der Axencylinder nach der der Nervenfasern sich richtet. Die Consistenz der Axencylinder wird zuweilen als eine »festweiche» bezeichnet und diese Bezeichnung, obwohl sonderbar klingend, ist dennoch ziemlich zutreffend. Sie sind nämlich weder fest noch weich, sondern bestehen aus einer zähen, etwas dehnbaren Substanz, wodurch eben

ein angezogener Axencylinder nicht selten spiralig zusammenschnellt (Taf. VII Fig. 4). Diese Substanz ist fast farblos, etwas graulich schimmernd und nur schwach glänzend; sie ist ferner im frischen Zustande durchsichtig und erscheint beinahe homogen und compact, indem nur hie und da und sehr undeutlich Längsstreifen und reihenweise der Länge nach gestellte, feine Körnchen in ihr hervortreten. Man findet in ihr sonst keine eigentliche Differenzirung, keine Anordnung zu concentrischen Schichten, keine festere Rindenpartie mit einem mittleren von flüssigem Inhalt eingenommenen Canal; eine wirkliche Scheide war deswegen nicht zu sehen.

Nach Erhärten in schwacher Ueberosmiumsäure bleibt die Gestalt der Axencylinder ziemlich dieselbe wie im frischen Zustande; die Farbe wird aber etwas dunkler, graulich, im Allgemeinen homogen und structurlos. Hie und da tritt aber eine schwache Längsstreifung oft mehr oder weniger deutlich in ihrer Substanz hervor. Bei stärkerer Vergrösserung und genauer Betrachtung nimmt man dann wahr, dass diese Streifung hauptsächlich die Folge von kleinen in die Substanz eingestreuten glänzenden Körnchen ist (Taf. VII Fig. 1—2). Diese Körnchen stehen nämlich zu dicht gedrängten Längsreihen angeordnet; die homogenen Zwischenräume dieser Körnchenreihen erscheinen als undeutlich hervortretende Fibrillen; eine ganz bestimmte fibrilläre Differenzirung konnten wir in den Axencylindern der Nervenstämme nie beobachten. Am optischen Querschnitt (Taf. VII Fig. 1, 2) imponiren zuweilen die Körnchen als Querschnitte von derartigen Fibrillen; bei genauerer Betrachtung und verschiedener Einstellung des Focus tritt aber ihre wahre Natur hervor. Die Zahl der Körnchen ist übrigens wechselnd; an einigen Querschnitten konnten wir sogar zwanzig bis dreissig, die in der Querschnittsfläche zerstreut waren, zählen, an anderen war die Zahl geringer. Von der Seite her sieht man die Körnchen in ihren Reihen stellenweise gedrängt, dann wieder stellenweise von einander entfernter liegen. Gewöhnlich lassen sich die Körnchenreihen nur auf kurze Strecken verfolgen, indem sie bald undeutlicher hervortreten und durch andere Reihen verborgen werden. Eine weitere Anordnung der Substanz der Axencylinder lässt sich ebenso wenig nach Erhärten in Ueberosmiumsäure wie im frischen Zustande wahrnehmen. Also ist keine concentrische Schichtung vorhanden; ein canalförmiger Raum ist in ihrer Mitte nicht zu sehen, ebenso wenig wie eine wirkliche äussere Scheide. Indessen findet man zuweilen an der Aussenseite isolirter Axencylinder eine körnige Belegung, welche in spärlicher und etwas ungleichförmiger Ausbreitung wie eine Art Scheide den Axencylinder umgiebt. Diese körnige Belegung scheint nicht von anhaftenden Myelinresten herzurühren; sie ähnelt aber dem die Axenfaser der Pacinischen Körperchen oft bekleidenden, dünnen, durch Ueberosmiumsäure etwas dunkler werdenden, körnigen Anfluge. Man könnte dieselbe zwar als eine Art von Scheide, aber eine unvollständige, auffassen; sie scheint indessen eher aus einer mit den Kittsubstanzen übereinstimmenden Masse zu bestehen. An Nervenfasern, welche mit Müllerscher Lösung, mit oder ohne nachfolgende Erhärtung in Alkohol, behandelt sind, zeigen die Nervenfasern dieselben Structurverhältnisse wie die eben beschriebenen. Die Körnchenreihen treten dabei oft deutlich hervor. Nach gelungener Vergoldung werden die Axencylinder gleichmässig violett gefärbt. Durch Versilberung werden sie überall, wo das Reagenz auf sie einwirken kann, und deswegen besonders an den Einschnürungsstellen, zuerst von den bekannten Querbändern überzogen, um dann nach stärkerer Einwirkung des Lichtes in ihrer Substanz mehr gleichmässig braun gefärbt zu erscheinen. Nach unserer Auffassung deuten die Querbänder keineswegs eine wirkliche Structur der Axencylindersubstanz an. Bei genauem Betrachten erscheinen sie vielmehr als mehr oder weniger vollständige und unregelmässige Ringe, welche die eigentlichen Axencylinder eng umfassen. Die Breite der einzelnen Ringe ist sehr verschieden; zuweilen sind sie sehr schmal, zuweilen aber sehr breit, sogar mehrmals breiter als der Durchmesser des Axencylinders. Breitere und schmälere Ringe wechseln oft mit einander ab. An der einen Seite sind sie oft breiter als an der anderen. Sie liegen gewöhnlich dicht gedrängt mit sehr schmalen ungefärbten Zwischenräumen; bisweilen ist der Abstand zwischen ihnen grösser, sowie im Allgemeinen zwischen den einzelnen Ringen ziemlich wechselnd. Sie sind ferner verschieden dick. Im optischen Durchschnitt bilden sie an der Seite der Axencylinder kleine hervorragende Knötchen; nicht selten bestehen sie nur aus Bruchstücken oder sogar aus einzelnen, mehr oder weniger gedrängt liegenden Körnchen; zuweilen sitzen sie nur einseitig an den Axencylindern. Gebilde, welche so ziemlich den von Ranvier beschriebenen und nach seinem Dafürhalten zur Verschliessung der Einschnürungen dienenden biconischen Verdickungen der Axencylinder entsprechen, konnten wir freilich zuweilen wahrnehmen. Unserer Ansicht nach gehören aber bei den von uns untersuchten Thieren diese durch die Versilberungsmethode hervorgerufenen Bildungen in der That nicht zu der eigentlichen Axencylindersubstanz, sondern vielmehr zu der aussen umgebenden Belegungsschicht; sie sind auch gar nicht constant. Durch Ueberosmiumsäure, Goldchlorid und andere Methoden lassen sie sich nicht nachweisen. Bei den Rochen, wo sie Ranvier besonders deutlich beobachtete, haben wir sie indessen nicht untersuchen können. Hie und da findet man statt getrennter

Ringe einen zusammenhängenden braunen Anflug, der wie eine Scheide den Axencylinder umgiebt und am optischen Durchschnitt an den beiden Längseiten des Cylinders als eine braune Belegung erscheint. Es liegt sehr nahe, die durch Versilberung hervortretende Schicht mit dem bei der Osmiumbehandlung sich zeigenden körnigen Beleg zu vergleichen. Nur ist es schwierig, die oft ziemlich regelmässige Anordnung der durch Versilberung hervorgerufenen Ringe oder Querbänder zu erklären. Entweder können letztere durch eine Art Schrumpfung der Belegschicht entstehen, oder auch durch die bei der Versilberungsmethode kaum zu umgehende Zerrung und Ausdehnung der Axencylinder, welche bei der nöthigen Zerfaserung der Nervenfasern stattfindet, hervorgerufen werden; bei einer derartigen Zerrung der Axencylinder könnten nämlich dicht stehende Risse in der fraglichen Schicht sich bilden, die dann mehr oder weniger zurückbleiben. Wir versuchen indessen keine weitere Erklärung und heben hier nur hervor, dass die Querbänder nicht der eigentlichen Substanz der Axencylinder, sondern einer Flächenschicht derselben angehören, sowie dass die später eintretende Silberfärbung der Axencylindersubstanz gleichmässiger ausfällt. Durch Carmin, neutrales sowohl als saures, werden bekanntlich die Axencylinder homogen und mehr oder weniger intensiv gefärbt. Von anderen Reagenzien wird ihre Substanz in verschiedener Weise beeinflusst. So z. B. quillt sie durch Wasser und andere dünne Flüssigkeiten etwas auf und wird blasser. Durch stark erhärtende Flüssigkeiten schrumpfen die Axencylinder nicht selten bedeutend ein, so dass sie als auffallend schmale Fäden im Inneren der Nervenfasern verlaufen. Wenn sie aber nur schwach erhärtet sind, nehmen sie etwas verschiedene Gestalten an; besonders häufig erscheinen sie als abgeplattete Bänder, welche sich dabei nicht selten etwas schraubenartig winden. Dann und wann findet man an ihnen kleine Zacken und Vorsprünge, die zuweilen ganz dicht stehen und durch rundliche Grübchen von einander getrennt sind; zuweilen erscheinen auch in ihrer Substanz kleine Haufen von Vacuolen. Diese verschiedenen Gestalten, welche übrigens auch an isolirten Axencylindern hervortreten, sind nach unserer Ansicht nur künstlich entstanden. Auf ein Vorhandensein von Querfasern, welche die einzelnen Axencylinder verbinden sollen, auf das von Kernchen, welche ihnen anhaften, u. dergl. sowie von einer Zusammensetzung der Axencylinder aus Zellenreihen und in einander steckenden Röhren, eines canalförmigen Lumen u. s. w. brauchen wir nach dieser Schilderung nicht einzugehen.

An den myelinhaltigen Nervenfasern findet sich nun um den Axencylinder die Myelinscheide (Taf. VI, VII). Bekanntlich besteht diese Scheide im frischen unerhärteten Zustande aus einer flüssigen, glänzenden Substanz, welche durch Druck und jede sonstige Manipulation zu unregelmässigen Partien sich ansammelt, aus abgerissenen Nervenfasern herausfliesst und in Form der bekannten verschieden gestalteten Myelintropfen und Schollen in der Untersuchungsflüssigkeit umher schwimmt. Wenn man aber möglichst ohne Zerrung frische Nerven nach gewissen Methoden erhärtet, erhält man die Myelinscheide der Nervenfasern in ihrer natürlichen Gestalt. Durch Müllersche Lösung und Alkohol wird sie fest, behält ihren Glanz und bei guter Erhärtung ihre Lage; ebenso durch Versilberung; durch Vergoldung wird sie stark violett. Durch Essigsäure und Holzessig bekommt man ziemlich gute Anschauungen von ihrem wahren Verhalten. Immer erscheint sie als eine ziemlich dicke, doppeltcontourirte Scheide um den Axencylinder. Das alle andere Methoden übertreffende Erhärtungsmittel ist indessen die Ueberosmiumsäure; ohne letztere hätte man kaum eine sichere Auffassung in Betreff dieser Scheide erworben. Die in Folge ihres Fettgehalts durch die Ueberosmiumsäure sich stark schwärzende Myelinscheide erstarrt durch dieselbe in Form eines Hohlcylinders, in dessen Lumen der Axencylinder verläuft. Ihre Dicke ist nicht nur an Nervenfasern von verschiedener Breite sehr verschieden, sondern sie erscheint auch an gleich dicken Fasern etwas wechselnd. Im Allgemeinen liegt sie der Schwannschen Scheide dicht an; nur hie und da sieht man einen engeren Zwischenraum zwischen ihnen. Innerhalb der äusseren Contour der Myelinscheide erscheint nun in verschiedener Entfernung eine zweite, wodurch eben ihre bekannte Doppelcontour entsteht. Diese beiden Linien sind im Ganzen einander parallel und laufen bei natürlicher Lage ziemlich gerade, d. h. ohne grössere Ausbuchtungen; wenn aber der Erhärtung eine Zerrung vorherging, können verschiedenartige Unregelmässigkeiten der Myelinscheide auftreten; man sieht an ihr grosse Buchten, dickere und schmälere Partien, abgetrennte Myelintropfen zwischen ihr und der Schwannschen Scheide u. s. w. In normalem Zustande findet man nun nach vollkommen guter Osmiumerhärtung die Myelinscheide homogen und mithin ohne alle und jede Structur, sowie — die bald zu besprechenden Einschnürungsstellen ausgenommen — ohne Unterbrechungen ihrer Substanz. Letzteres ist aber nicht immer der Fall, vielmehr findet sich meistentheils eine eigenthümliche Art von Unterbrechungen an der Myelinscheide. Diese eben erscheinen in Gestalt der von einigen Forschern beschriebenen, ringsum schief durch die Scheide gehende schmalen Oeffnungen oder Spalten, mittelst welcher die Scheide in eine Reihe mit ihren Enden in einander steckender kleiner Tuben abgetheilt zu sein scheint (s. u. A. Taf. VII

Fig. 30). Von den schiefen Unterbrechungen gehen bald viele nach einander in einer Richtung, bald sieht man wieder eine oder mehrere eine entgegengesetzte Richtung einschlagen. Die Länge der einzelnen Abtheilungen ist wechselnd; bald sind sie kurz, bald länger, gewöhnlich sind regellos kürzere und längere nach einander geordnet. Unserer Ansicht nach dürfte man nun in diesen Unterbrechungen, die auch nach anderen Behandlungsmethoden erscheinen können und deren Entstehungsweise schwer zu erklären ist, nicht normale Bildungen erblicken, sondern eher durch eine eigenthümliche Art von Zerspaltung der erhärteten Myelinscheide künstlich entstehende Brüche. Nach schwächerer Erhärtung in Ueberosmiumsäure erscheint zuweilen die Myelinscheide nicht homogen, sondern mehr körnig, in anderen Fällen aber concentrisch geschichtet, in noch anderen tritt eine Menge von kleinen, glänzenden, hellen, vacuolenähnlichen, oft einen dunklen Punkt enthaltenden Figuren in ihr auf. Zuweilen erscheinen in ihr fadenartige Zeichnungen u. s. w. Diese verschiedenen Differenzirungen sind offenbar die Folgen des einwirkenden Reagenzes.

Wie weit erstreckt sich nun die Myelinscheide nach innen gegen den Axencylinder zu? Wird letzterer von ihr dicht umfasst oder giebt es hier, wie Klebs meint, einen periaxialen Raum? Wir haben uns mehrfach bemüht, diese schwierige Frage zu beantworten. An frischen Nervenfasern war es uns leider nicht möglich, das Verhältniss der Myelinscheide zum Axencylinder genau zu beobachten; die flüssige Beschaffenheit der ersteren und das undeutliche Hervortreten des letzteren machten unsere Versuche in dieser Richtung vergeblich. Nach guter Erhärtung in Ueberosmiumsäure kommen verschiedenartige Bilder zur Anschauung, sowohl solche, bei welchen ein ganz deutlicher Raum zwischen der Myelinscheide und dem Axencylinder vorhanden ist, als solche, wo die Scheide letzteren dicht umschliesst; beides könnte aber künstlich entstanden sein, indem theils der Axencylinder durch Schrumpfung verschmälert, theils auch die Myelinscheide zusammengezogen sein kann. An Querschnitten von in Ueberosmiumsäure und dann in Alkohol erhärteten Nerven (Taf. XIII Fig. 8—10) sieht man in der Regel den Axencylinder von der Myelinscheide ziemlich dicht umgeben. Dies ist auch der Fall bei Querschnitten von Nerven, die in Müllerscher Lösung, Holzessig u. s. w. und später in Alkohol (Taf. XII Fig. 2, 3, Taf. XIII Fig. 2—7) erhärtet wurden. An den mit anderen Flüssigkeiten, z. B. Chloroform, behandelten Nervenfasern gelang es uns ebenso wenig sichere Resultate zu erreichen. Wie in der Ersten Hälfte dieser Arbeit bei den Nervenfasern des Opticus hervorgehoben wurde, spricht an den varikösen Stellen das Verhalten der Myelinscheide zum Axencylinder für das Vorhandensein eines von einer Flüssigkeit eingenommenen periaxialen Raumes; in den meisten Fällen bestehen die Varikositäten, bei den Opticusfasern sowie bei varikösen Fasern im Allgemeinen, keineswegs aus Anhäufungen des Myelins, sondern aus Erweiterungen der Myelinscheide durch eine helle, wahrscheinlich flüssige Substanz, welche eben an den varikösen Stellen zwischen dem Axencylinder und der Myelinscheide sich angesammelt hat. Die Ernährung des Axencylinders scheint ebenfalls eine derartige Saftbahn zwischen ihm und der Myelinscheide zu verlangen. Dafür spricht auch das Eindringen färbender Flüssigkeiten von den Einschnürungsstellen aus zwischen die betreffende Scheide und den Axencylinder. Die Versilberungsflüssigkeit dringt ja z. B. oft weit auf dieser Bahn fort und das Carmin färbt in weiter Strecke die Axencylinder, wobei es sich sogar zuweilen in körniger Gestalt an der Oberfläche des Axencylinders ausscheidet. Wir müssen aber diese Frage als unentschieden betrachten, so lange wahrscheinlich nur an frischen Nerven zu findende, ganz sichere Beweise fehlen.

Die in der beschriebenen Weise sich verhaltende Myelinscheide läuft nun bei jeder Markfaser rings um den Axencylinder, vom Austritt aus dem Centralorgan bis zur Nähe der Endausbreitung fort, aber doch nicht ununterbrochen. Ausser den schon erwähnten, nach unserer Meinung künstlich entstandenen Unterbrechungen der Myelinscheide, giebt es an ihr eine Art von constanten, regelmässigen, nämlich die erst von Ranvier an den Einschnürungsstellen als normale beschriebenen (Taf. VI Fig. 1—6; Taf. VII Fig. 11—15). Bei den allermeisten der letzteren Stellen verhält sich die Myelinscheide in der Weise, dass sie an jeder Seite einer Einschnürung und in nur geringer Entfernung von ihr sich verengert und dann mehr oder weniger stumpf-abgerundet endigt. Es sind dies die von uns so genannten »vollständigen» Einschnürungen. In selteneren Fällen kommt es vor, dass die Myelinscheide an den Einschnürungsstellen sich zwar verengert, aber doch keine wirkliche Unterbrechung erleidet, sondern durch die betreffende Einschnürung sich verdünnt fortsetzt; diese Form nannten wir »unvollständige» Einschnürungen (Taf. VII Fig. 16). Bei der Beschreibung der Schwannschen Scheide werden wir auf die allgemeine Anordnung der Einschnürungen und auf ihre Verschiedenheiten bei verschieden breiten Nervenfasern eingehen. Hier sei indessen schon bemerkt, dass sie bei allen myelinhaltigen Fasern als normale Bildungen vorhanden sind. Die Breite dieser Fasern ist bekanntlich im Ganzen eine sehr wechselnde (s. z. B. Taf. VI Fig. 1—6), indem zwar jede einzelne ihre Dicke

behält, die Fasern aber unter einander sehr verschieden sind, und dies in so vielen Gradationen, dass ihre Eintheilung in gewisse Classen kaum gelingen möchte. Je schmäler nun die Nervenfasern sind, desto dünner sind auch in der Regel ihre Myelinscheiden und desto häufiger treten an den letzteren die bekannten Varikositäten auf. Dass diese Varikositäten, welche übrigens verschiedenartig auftreten können und bald länglich-spindelförmig, bald mehr rund erscheinen, keine eigentlich normale Bildungen, sondern die Folge einer durch Druck u. s. w. entstandenen, veränderten Gestaltung der flüssigen Myelinscheide sind, halten auch wir für ziemlich ausgemacht. Wie oben hervorgehoben wurde, bestehen indessen die Varikositäten nicht aus einer stellenweise stattfindenden Anhäufung des Myelins, sondern in der Regel aus einer ungleichmässigen Erweiterung der Myelinscheide durch eine an diesen Stellen zwischen ihr und dem Axencylinder sich ansammelnde, helle, wahrscheinlich flüssige Substanz. Die Myelinscheide selbst erscheint deswegen an den Varikositäten gewöhnlich nicht oder nur wenig dicker als sonst. Für die künstliche Entstehung der Varikositäten sprechen nun sowohl die extremen Formen, bei welchen die Myelinscheide nur als eine Reihe ganz von einander abgetrennter, rundlicher oder länglicher, den Axencylinder umgebender Röhrchen erscheint, als vor Allem die Thatsache, dass man oft bei guter Erhärtung frischer Nerven schmale, ja sogar die schmalsten Markfasern ohne Varikositäten ihrer Myelinscheide findet. Bezüglich der übrigen Formen der Myelinscheide heben wir hier nur hervor, dass in den Nervenstämmen ein Uebergang markhaltiger Fasern in marklose zwar zuweilen sogar zur Beobachtung gelangt, dass aber in den von uns gesehenen Fällen nie ein partielles Ausfliessen der Myelinscheide vollkommen sicher in Abrede zu stellen war, besonders dann, wenn die Schwannsche Scheide nicht eng, sondern frei und deutlich hervortretend um den Axencylinder zur Anschauung kam. In peripherischen Endausbreitungen kommt aber ein solcher Uebergang regelmässig vor.

Bei den markhaltigen Nervenfasern haben wir noch die Schwannschen Scheiden (Taf. VI, VII) zu beschreiben. Wie die meisten unserer Vorgänger fanden wir diese Scheiden homogen, unstructurirt, farblos, durchscheinend und gleichmässig dünn; unerhärtet können sie etwas leichter zusammenfallen und Falten bilden als nach Erhärtung, in welchem letzteren Zustande sie steif und ziemlich elastisch sind. Wie oben erwähnt, liegen sie in der Regel der Myelinscheide dicht an, so dass man sie ihrer Dünnheit wegen oft gar nicht oder nur schwer wahrnehmen kann; hie und da findet man sie aber von der Myelinscheide ein wenig abstehend und dann lässt sich ihre Existenz immer sicher feststellen. An abgerissenen Nervenfasern schiesst die Schwannsche Scheide oft eine Strecke weiter als die Myelinscheide hervor. Dass sie in der That an allen markhaltigen Nervenfasern der peripherischen Nerven (nur diejenigen des Opticus ausgenommen) vorhanden ist, lässt sich leicht durch die übrigen Einrichtungen ihres Baues, die schon mehrmals erwähnten Einschnürungen und die Kerne, darlegen. Wenn man eine isolirte, am besten mit Ueberosmiumsäure behandelte, markhaltige Nervenfaser auf eine grössere Strecke verfolgt, findet man an ihr in regelmässigen Entfernungen von einander Verengerungen, an welchen die oben beschriebenen normalen Unterbrechungen der Myelinscheide vorhanden sind, die Schwannsche Scheide aber dann ganz deutlich um den durch die Verengerung hindurchtretenden Axencylinder sich ununterbrochen fortsetzt, obwohl sie der erwähnten Verengerung unterliegt (Taf. VI Fig. 1—6, Taf. VII Fig. 11—25). Es sind dies die sogenannten Ranvierschen Einschnürungen oder Schnürringe. An beiden Seiten einer solchen Einschnürung erweitert sich oft die Scheide ein wenig, um dann mehr oder weniger schnell sich verengernd den eigentlichen Schnürring zu bilden. Dieser letztere ist indessen nicht als eine besondere Bildung aufzufassen. An den in Ueberosmiumsäure erhärteten Nervenfasern (Taf. VII Fig. 11—15) erscheint er nicht selten als ein etwas glänzendes Querband oder gar als eine biconcave Linse; bei genauerer Betrachtung findet man aber, dass letztere nur einer kleinen, durch Einbiegung entstandenen und zuweilen etwas verdickten Verdoppelung der Schwannschen Scheide entspricht. Deswegen sieht man oft das Querband in seiner Mitte durch eine feine Querlinie getheilt. Zuweilen ist die Verdoppelung der Schwannschen Scheide nur an einer Seite der Einschnürung deutlich ausgesprochen. Dann und wann bildet sie nur eine schwache Falte, und oft sieht man an der Einschnürungsstelle keine Verdickung der Scheide, sondern nur eine Verengerung. Die Einschnürungen sind übrigens von ziemlich wechselnder Stärke. An der Aussenseite der eingeschnürten Schwannschen Scheide findet man dann und wann eine kleine feinkörnige Masse, welche ringsum die Bucht mehr oder weniger vollständig ausfüllt. An der Innenseite der Scheide, beiderseits der Einschnürung, erscheint ein heller Raum, welcher sich bis zum Anfang der Myelinscheide fortsetzt. Durch diesen Raum tritt nun der Axencylinder, ohne sich zu verschmälern oder breiter zu werden, einfach hindurch, sowie in der Regel ohne vollständig den Einschnürungsring zu verschliessen. In den Fällen, wo eine unvollständige Einschnürung vorhanden ist (Taf. VII Fig. 16), wird der Axencylinder von einer zwar verengerten und verdünnten, aber ununterbrochenen Myelinscheide durch die ganze Einschnürung umgeben. Durch

Versilberung (Taf. VII Fig. 17—25) zeichnet sich, wie zuerst RANVIER hervorhob, an den Einschnürungsstellen eine braune Querlinie oder ein Querband ab. Es ist indessen dies Band von verschiedener Breite und im Allgemeinen von wechselndem Aussehen. Zuweilen ist es, besonders bei schwächerer Versilberung, ganz fein, zuweilen aber dick, höckerig und von braunen Körnchenhaufen umgeben. Zuweilen sieht man zwei dicht beisammen liegende Ringe. Wenn man die Braunfärbung durch den Versilberungsprocess auf das Vorhandensein einer Kittsubstanz zurückführt, dürfte auf die Zusammensetzung der Schwannschen Scheiden aus kleinen Einzelstücken zu schliessen sein, welche eben an den Einschnürungsstellen mittelst einer Art Kittsubstanz verlöthet sind. Dass aber ausserdem diese Stellen für die Ernährung wichtig sein müssen, geht, wie ebenfalls RANVIER hervorhob, daraus hervor, dass sowohl die Versilberungsflüssigkeit als das Carmin an diesen Stellen ins Innere der Schwannschen Scheide eindringen und dort den Axencylinder auf verschieden weite Strecken färben.

Die Vertheilung der Einschnürungen werden wir gleich unten im Zusammenhang mit ihrem Verhältniss zu den jetzt zu beschreibenden Kernen genauer besprechen. Wenn man eine isolirte markhaltige Nervenfaser durchmustert, findet man in ziemlich bestimmten Entfernungen von einander diese schon dann und wann von älteren Histologen erwähnten, zuerst aber von REISSNER als constante normale Bestandtheile der Nervenfasern aufgefassten Kerne (Taf. VI Fig. 1—6; Taf. VII Fig. 6—10, 26, 27). Es lässt sich sehr leicht ermitteln, dass diese Kerne nicht von aussen der Schwannschen Scheide anhaften, sondern an ihrer Innenseite liegen; sie bilden nämlich in der Regel deutlich ausgesprochene Vorsprünge nach dem Lumen der Scheide zu. Gewöhnlich findet man an diesen Stellen eine einseitige Erweiterung der Schwannschen Scheide, welche letztere eben dadurch sehr klar hervortritt; zugleich findet sich hier oft eine Verengerung der Myelinscheide. Zuweilen bildet letztere nur eine Einbuchtung, eine Grube, in welcher der Kern theilweise eingesenkt liegt; beim Menschen ist aber häufiger zur Aufnahme des Kerns die eben erwähnte Erweiterung der Schwannschen Scheide in ausgezeichneter Weise vorhanden. Die Form der Kerne wechselt zwischeneinem scheibenförmig abgeplatteten Oval und der einer vollständigen Kugel; letztere kommt besonders oft bei den breitesten Nervenfasern vor, erstere vorzugsweise bei den schmäleren. Die Grösse (der grösste Durchmesser) der Kerne schwankt zwischen 0.008 und 0.016 Mm. Die Kerne sind in ungefärbtem Zustande homogen, etwas glänzend, farblos, ganz durchsichtig und entziehen sich deswegen leicht dem Blick; in Anilin oder Carmin färben sie sich schön und treten dann deutlich hervor. Sie liegen der Schwannschen Scheide so dicht an, dass man an der Aussenseite kaum die Doppelcontour der letzteren wahrnehmen kann. Beim Menschen treten aber diese Kerne nicht allein auf, sondern sie besitzen fast immer eine umgebende Zone einer glänzenden körnigen Substanz, welche in Gestalt einer mehr oder weniger ausgezogenen Scheibe um den Kern herum der Innenseite der Schwannschen Scheide anliegt und den vom Kern übrig gelassenen Theil der Erweiterung dieser Scheide in Anspruch nimmt. Es liegt hier offenbar ein Zellenprotoplasma vor. Im frischen unerhärteten Zustande ist dies Protoplasma sehr durchsichtig und undeutlich körnig, so dass man es kaum wahrnimmt. Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure tritt die körnige Beschaffenheit deutlich hervor, und die die einzelnen Körnchen verbindende Substanz wird glänzend, gelblich. Durch Rosanilin färbt sich dann das ganze Protoplasma, so dass man seine Ausbreitung scharf beobachten kann. Die Körnchen desselben sind von verschiedener Grösse, die meisten nur klein, aber hie und da mit etwas grösseren vermischt; sie sind in der Regel rundlich, gelblich glänzend und liegen oft dicht gedrängt. Zuweilen sind aber die meisten Körnchen durchaus nicht klein, sogar ziemlich gross; diese Körnchen ähneln im höchsten Grade den von uns in der Umgebung der Kerne bei den subarachnoidalen Häutchen und Balkenscheiden beschriebenen glänzenden Körnchen. Unter denselben findet man zuweilen eine oder mehrere Kugeln, welche durch Osmium schwärzlich oder schwarz gefärbt werden (Taf. VII Fig. 7, 26). Wir glaubten sie zuerst auf abgetrennte Myelintropfen beziehen zu müssen, halten es aber nunmehr für wahrscheinlicher, dass sie der Protoplasmazone angehörige Fettkugeln sind. Die beschriebene protoplasmatische Scheibe erstreckt sich nun, in der Erweiterung der Schwannschen Scheide liegend, an der einen Seite der Nervenfaser und längs derselben nach zwei Richtungen vom Kern hin, um bald näher bald etwas entfernter mit verdünnten Rändern zu endigen. Auch in weiterer Entfernung von den Kernen findet man zuweilen an der Innenseite der Schwannschen Scheide einen schwachen körnigen Anflug, welcher möglicherweise auch als ein Rest des Zellenprotoplasma anzusehen ist. Zuweilen greift die Scheibe aber auch rings um die Myelinscheide, so dass man eine dünne körnige Ausbreitung an der dem Kern entgegengesetzten Seite sehen kann. In anderen Fällen, besonders bei jüngeren Individuen, aber hie und da auch bei älteren, ist die protoplasmatische Ansammlung ziemlich massenhaft vorhanden, entweder mehr an einer kleineren Stelle gedrängt liegend oder in dünnerer Ausbreitung sich der Nervenfaser weithin anschmiegend. Das reichliche Protoplasma kommt übrigens

besonders bei breiteren Nervenfasern vor, wogegen die schmäleren oft nur Spuren desselben um ihre Kerne besitzen.

Bei dieser Beschreibung der myelinhaltigen Nervenfasern haben wir nun noch die sehr interessante Frage von der Vertheilung der Einschnürungen und der Kerne an den verschiedenen Fasern zu besprechen. Schon bei flüchtiger Betrachtung findet man, dass sie nicht regellos zerstreut liegen, und bei genauerer Musterung isolirter Fasern tritt sogleich eine bestimmte Anordnung derselben hervor. Wenn man eine gewisse Faser verfolgt, sieht man nämlich, wie Ranvier zuerst angab, dass die Entfernungen zwischen den einzelnen Einschnürungen so ziemlich dieselben bleiben, sowie dass stets ein Kern ungefähr in der Mitte zwischen zwei Einschnürungen liegt. Dies zeigt sich bei allen myelinhaltigen Nervenfasern als Regel. Wenn man aber die Entfernungen an den verschiedenen Nervenfasern unter einander vergleicht, findet man dieselben sehr variirend: bei den breiteren sind die Entfernungen grösser als bei den schmäleren (Taf. VI Fig. 1—6). Um diese Verhältnisse genauer darzulegen, theilen wir hier eine kleine Tabelle mit, in welcher eine Reihe von Massen, die an verschiedenen Nervenfasern genommen wurden, angegeben ist. Die Nervenfasern sind nach steigender Breite aufgeführt. In der ersten Columne findet man die Breite der Fasern. In der zweiten die ganze Entfernung zwischen je zwei Einschnürungen; in den drei letzten ist das Verhältniss der Kerne zu diesen Einschnürungen angegeben, indem in der dritten Columne die Entfernung von einer Einschnürung bis zum Kern, in der vierten die Länge des Kerns und in der fünften die Entfernung vom Kern bis zur zweiten Einschnürung namhaft gemacht ist. Da die bezüglichen Nervenfasern nicht besonders ausgewählt wurden, sondern hie und da, in verschiedenen Nervenstämmen gemessen wurden, geben die Masse so ziemlich die Variationen der fraglichen Verhältnisse an. Da wir bei den verschiedenen Nervenstämmen des Menschen ungefähr dieselben Masse an den Nervenfasern fanden, schien es uns nicht nöthig, mehr über dieselben mitzutheilen.

Myelinhaltige Nervenfasern des Menschen.

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Entfernung von der einen Einschnürung bis zum Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung vom Kern bis zur anderen Einschnürung.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,002	0,0896	0,0384	0,008	0,0432
0,002	0,0928	0,048	0,0096	0,0352
0,0024	0,0768	0,0384	0,0112	0,0272
0,0024	0,1248	0,04	0,0128	0,072
0,0024	0,128	0,0512	0,0128	0,064
0,0032	0,1072	0,0512	0,008	0,048
0,0036	0,1104	0.096	0.0128	0,088
0,0037	0,1744	0,104	0,0144	0,056
0,004	0,256	0,128	0,016	0,112
0,0044	0,1872	0,0832	0,008	0,096
0,0048	0,312	0,16	0,016	0,136
0,0056	0,1872	0,072	0,0112	0,104
0,0064	0,168	0,056	0,016	0,096
0,0064	0,2048	0,112	0,0128	0,08
0,0064	0,216	0,104	0,0144	0,0976
0,008	0,5392	0,256	0,0112	0,272
0,008	0,64	0,336	0,016	0,288
0,0092	0,688	0,32	0,008	0,36
0,0096	0,547	0,32	0,016	0,211
0,0096	0,6016	0,304	0,0096	0,288
0,0096	0,7328	0,336	0,0128	0,384
0,0112	0,8096	0,416	0,0096	0,384
0,0128	0,608	0,384	0,008	0,216
0,0128	0,8	0,376	0,008	0,416
0,0128	0,8432	0,416	0,0112	0,416
0,0144	0,8	0,4	0,0096	0,3904
0,0144	0,8	0,424	0,008	0,368
0,0144	0,8336	0,432	0,0096	0,392
0,016	0,8736	0,456	0,0096	0,408
0,0168	0,9624	0,504	0,0104	0,448

Wenn man nun etwas genauer die aufgeführten Zahlen unter einander vergleicht, findet man zuerst betreffs der Entfernungen zwischen zwei Einschnürungen, dass dieselben bei den schmalsten Nervenfasern kaum ein Zehntel eines Millimeters, bei den breitesten hingegen beinahe einen ganzen Millimeter betragen; bei den Fasern mittlerer

Breite sind die Entfernungen im Allgemeinen je nach steigender Breite entsprechend grösser. Doch sind diese Verhältnisse nicht als derart regelmässig zu betrachten, dass bei einer gewissen Breite der Faser die Entfernungen von ganz bestimmter Grösse seien; wie überall in der Natur, ist auch hier, wie oben angedeutet wurde, ein ziemlich bedeutender Wechsel vorhanden. Dieser Wechsel in der Grösse der Entfernungen kommt nicht nur bei verschiedenen Nervenfasern vor, sondern er findet sich sogar in gleicher Weise an einer und derselben. Wenn man nämlich die auf einander folgenden Entfernungen zwischen den Einschnürungen an einer und derselben Nervenfaser vergleicht, sind die gefundenen Masse derselben ebenso wechselnd wie bei verschiedenen Nervenfasern. Trotz dieser vielfachen Variationen tritt aber die oben angegebene Regel von dem einander entsprechenden Verhältniss zwischen der Breite der Nervenfasern und der Länge der zwischen zwei Einschnürungen vorhandenen Theile derselben deutlich hervor und sie darf als ein sicher festgestelltes Gesetz angesehen werden.

In Betreff der zweiten bezüglichen Frage, der von der Lage des Kerns im Verhältniss zu den Einschnürungen, findet man ebenfalls aus der Tabelle, dass ersterer, wie angegeben wurde, ungefähr in der Mitte zwischen zwei von diesen liegt. Doch findet er sich nur selten vollkommen in der Mitte, sondern in der Regel der einen Einschnürung, bald der centralen, bald der peripherischen, näher. Es kommt sogar, obgleich selten, vor, dass die auf der einen Seite des Kerns befindliche Strecke doppelt so lang ist als die auf der anderen. Die Variationen in der Länge des Kerns ergeben sich hinlänglich aus der Tabelle selbst.

In den meisten peripherischen cerebrospinalen Nervenstämmen findet man indessen ausser den myelinhaltigen Nervenfasern auch eine andere Art eigenthümlich aussehender Fasern, die sogenannten myelinfreien (Taf. VI Fig. 7—10). Sie verlaufen entweder einzeln oder in kleinen Gruppen zwischen den myelinhaltigen. In unerhärtetem Zustande sind sie so schwach hervortretend, dass sie kaum oder wenigstens sehr selten zur Anschauung kommen. Nach Erhärtung, besonders in Ueberosmiumsäure, erhält man sie bei Zerfaserung der Nerven dann und wann im Gesichtsfeld. Sie sind der Regel nach die schmalsten unter den Nervenfasern sowie ganz blass und farblos; durch Ueberosmiumsäure werden sie schwach graugelblich, zuweilen etwas glänzend. Ihre Ränder sind einander parallel, so dass die Breite jeder Faser während des Verlaufes ungefähr dieselbe bleibt. Die Breite der verschiedenen Fasern ist aber etwas wechselnd. Hie und da findet man an ihrer Oberfläche undeutliche längsgehende Striche, wie von kleinen Falten entstanden; nur sehr selten erscheint es so, als ob eine dünne Membran von der Oberfläche sich etwas abgehoben hätte. Der Inhalt der Fasern ist homogen, hell, ohne wahrnehmbare Structur. In gewissen Entfernungen finden sich nun an diesen Fasern länglich-ovale, spindelförmige Kerne, welche den Fasern dicht ansitzen, in der Regel breiter als dieselben sind und längliche, knötchenartige Verdickungen an ihnen darstellen. Zuweilen scheint es sogar als ob die Kerne in den Fasern selbst liegen; bei genauerer Betrachtung findet man aber, dass sie nur seitlich anhaften. Obwohl man sonst sehr wenige Spuren einer die Fasern bekleidenden (Schwannschen) Scheide wahrzunehmen vermag, spricht doch das Vorhandensein dieser Kerne stark für die Existenz einer solchen. An den Enden der Kerne sieht man zuweilen einige glänzende Körnchen, als ob auch hier ein schwacher Rest eines Zellenprotoplasma vorkommt. In der nächsten Umgebung der Kerne, an beiden Enden derselben, erweitert sich ausserdem die Nervenfaser oft ein wenig. Die Kerne, deren Grösse etwas wechselt (zwischen 0.0128 und 0.0192 Mm.), liegen nun an jeder Nervenfaser in fast regelmässigen Entfernungen von einander. Bei verschiedenen Fasern wechselt aber die Grösse der Entfernungen ein wenig. Wir führen hier als Beispiel einige Masse an, welche die Länge der zwischen den Kernen befindlichen Theile der Faser sowie die Länge der Kerne selbst angeben.

Breite der Faser.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kerne.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kerne.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kerne.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,0024	0,0144	0,25	0,0128	0,256	0,016	0,16
0,003	0,0128	0,208	0,014	0,224	0,016	0,176

Zwischen den Kernen fanden wir an den Fasern keine Andeutung von Einschnürungen, keine Querstriche oder sonstige Abtheilungen. Durch Versilberung gelang es uns ebenso wenig Spuren derartiger Bildungen hervorzurufen. Einige Mal sahen wir an einer Faser zwei Kerne neben einander liegen (Taf. VI Fig. 7). Es lässt sich nun die Frage aufwerfen, ob in der That in diesen Fasern wirkliche Nervenfasern vorliegen. Abgesehen von anderen Thatsachen ergiebt sich die nervose Beschaffenheit dieser Fasern besonders aus dem Vergleich derselben mit den myelinfreien Nervenfasern des Sympathicus, bei welchen kein Zweifel mehr möglich ist. Die Uebereinstimmung ist so gross,

dass man sie zu derselben Art histologischer Elemente rechnen muss. Die Verbreitung der myelinfreien Nervenfasern ist indessen bei den verschiedenen Nervenstämmen sehr verschieden. Die Frage von der relativ grösseren oder geringeren Zahl dieser Fasern in den Nervenstämmen ist ausserdem nicht leicht zu behandeln, da dieselben oft nur mit Schwierigkeit zu finden sind. Im Allgemeinen kommen sie aber sparsam vor; in einigen Bündeln eines Nervenstammes sind sie etwas zahlreicher, in anderen nur sehr selten vorhanden; zuweilen vermisst man sie ganz. Bald liegen sie nur einzeln zwischen den Myelinfasern, bald, und zwar öfter, finden sich mehrere derselben zu Bündelchen gesammelt.

Die cerebrospinalen Nervenfasern anderer Wirbelthiere.

Ausser beim Menschen untersuchten wir unter den Säugethieren näher die Nervenfasern beim Hunde und Kaninchen, unter den Vögeln die des Buchfinks, unter den Batrachiern die des Frosches und der Kröte, unter den Fischen die des Hechtes und des Neunauges.

Beim Hunde (Taf. VIII Fig. 1—6) prüften wir die myelinhaltigen Nervenfasern sowohl in frischem Zustande als nach Erhärtung, besonders in Osmiumsäure. Die Verhältnisse waren mit denen beim Menschen im Ganzen so übereinstimmend, dass wir keine ausführlichere Darstellung derselben geben werden. In den Axencylindern (Taf. VIII Fig. 5, 6) fanden wir oft ziemlich deutlich das längsgestreifte Aussehen und in den Streifen die Körnerreihen. Die Myelinscheide bot nichts Besonderes; die Schwannsche Scheide zeigte ganz entsprechende Einschnürungen, sowie von Körnchenzonen umgebene ovale Kerne zwischen denselben. Die Anordnung der Einschnürungen bei den verschiedenen Fasern und das Verhältniss der Kerne zu jenen folgt beim Hunde denselben Gesetzen wie beim Menschen. In der Tabelle über Masse von Nervenfasern beim Hunde findet man also bei steigender Breite der Fasern eine steigende Entfernung zwischen den Einschnürungen, obwohl wie beim Menschen eine Reihe von Variationen in dieser Hinsicht vorkommt. Im Ganzen scheinen die Segmente zwischen den Einschnürungen bei gleicher Breite der Fasern ungefähr dieselbe Länge zu besitzen wie beim Menschen. In der Tabelle sind indessen nicht die schmalsten und die breitesten Fasern aufgeführt. Der Kern liegt selten ganz in der Mitte zwischen den Einschnürungen, vielmehr gewöhnlich einer derselben etwas näher.

Myelinhaltige Nervenfasern des Hundes.

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Entfernung von der einen Einschnürung bis zum Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung vom Kern bis zur anderen Einschnürung.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,004	0,3232	0,128	0,0112	0,184
0,0048	0,1872	0,088	0,0112	0,088
0,0048	0,1952	0,096	0,0112	0,088
0,0048	0,1984	0,072	0,0112	0,1152
0,0048	0,2256	0,112	0,0096	0,104
0,0048	0,2544	0,128	0,0112	0,1152
0,0048	0,2656	0,128	0,0096	0,128
0,0048	0,2816	0,144	0,0096	0,128
0,0048	0,2848	0,128	0,0128	0,144
0,0048	0,3648	0,176	0,0128	0,176
0,0048	0,3244	0,152	0,0144	0,168
0,0064	0,3856	0,168	0,0096	0,208
0,0064	0,4352	0,192	0,0112	0,232
0,0064	0,4448	0,224	0,0128	0,208
0,008	0,4528	0,208	0,0128	0,232
0,008	0,5168	0,264	0,0128	0,24

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Entfernung von der einen Einschnürung bis zum Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung vom Kern bis zur anderen Einschnürung.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,008	0,5552	0,248	0,0112	0,296
0,0096	0,5392	0,256	0,0112	0,272
0,0124	0,6192	0,32	0,0112	0,288
0,0128	0,5616	0,272	0,0096	0,28
0,0128	0,6352	0,288	0,0112	0,336
0,0128	0,6484	0,32	0,0112	0,3172
0,0128	0,6688	0,32	0,0128	0,336
0,0136	0,6576	0,352	0,0096	0,296
0,014	0,6832	0,344	0,0112	0,328
0,0144	0,6528	0,336	0,0128	0,304
0,0144	0,6656	0,32	0,0096	0,336
0,0144	0,6816	0,336	0,0096	0,336
0,0144	0,6832	0,344	0,0112	0,328
0,0144	0,6912	0,352	0,0112	0,328

Auch beim Hunde fanden wir in den cerebrospinalen Nervenstämmen myelinfreie Nervenfasern von der oben beim Menschen geschilderten Beschaffenheit. In der Taf. VIII Fig. 3 haben wir eine besonders breite derartige Faser abgebildet. Die Entfernungen zwischen den Kernen zeigten sich bei diesen Fasern ziemlich gross. So z. B.

Breite der Nervenfaser.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,003	0,016	0,0224	0,015	0,0256	0,0155
0,0048	0,019	0,032	0,0176	0,0336	0,016

Beim Kaninchen (Taf. VIII Fig. 7—21) sind die myelinhaltigen Nervenfasern in derselben Weise gebaut wie beim Menschen und Hunde. Sie zeigen ebenso viele Abstufungen in der Breite wie bei jenen. An den dickeren und mitteldicken Fasern sind indessen die Einschnürungen mehr quer und die eingeschnürten Stücke kürzer. Die Myelinscheide reicht gewöhnlich ganz bis zur Nähe der Schnürringe selbst. Diese und die Schwannsche Scheide zeigen im Allgemeinen deutlich ausgesprochene Erweiterungen gegen die Einschnürungen zu. Im Ganzen sind die Schnürringe selbst weniger leicht zu erforschen, weil sie durch die Myelinscheide oft ganz verborgen werden. Zuweilen nimmt man an der eingeschnürten Stelle eine feine Querlinie wahr. Wenn aber die Myelinscheide etwas weiter von der Schnürstelle aufhört (Taf. VIII Fig. 15), sieht man als innere Begrenzung einen ringförmigen Rand der eingeschnürten Schwannschen Scheide; die Oeffnung dieses Ringes ist fast immer erheblich grösser als die Breite des durchtretenden Axencylinders. Letzterer erscheint hier oft, wie beim Menschen und Hunde, verschmälert und zeigt, in Ueberosmiumsäure erhärtet, keine derartige Verdickung wie die von Ranvier nach Versilberung beschriebene. Durch diese letztere Methode (Taf. VIII Fig. 16—21) treten ungefähr dieselben Erscheinungen hervor, die oben beim Menschen erwähnt wurden; entweder färbt sich nur ein schmälerer oder breiterer Ring an der eigentlichen Einschnürungsstelle, oder ausserdem noch feinere oder gröbere, dichter oder entfernter von einander liegende Querstreifen oder Querringe am Axencylinder; es deuten auch beim Kaninchen diese letzteren eher auf eine den Axencylinder äusserlich umgebende, dünne Substanz als auf eine Zusammensetzung desselben aus Querscheiben. Die Substanz des Axencylinders selbst färbt sich auch hier bald homogen gelbbraun.

Zwischen je zwei Einschnürungen liegt nun ein Kern. Es findet sich aber hier selten eine wirkliche Ausbuchtung der Schwannschen Scheide, sondern der Kern liegt in eine Einsenkung der Myelinscheide eingebettet und von ihr dicht umschlossen (Taf. VIII Fig. 7—9). Um ihn findet sich nur sehr wenig einer körnigen protoplasmatischen Substanz. Wenn die Kerne nicht in Profilansicht liegen, sind sie nicht selten sehr schwer wahrzunehmen, weil sie durch die Einbettung ins Myelin versteckt werden. Bei den schmäleren Fasern treten sie deutlicher hervor. Die Kerne sind gewöhnlich ovaler Gestalt. Sie liegen in der Regel ziemlich mitten zwischen den Einschnürungen, jedoch im Ganzen der einen etwas näher; ausnahmsweise ist auch das eine Stück viel grösser als das andere. Beim Kaninchen wächst ebenfalls die Entfernung bei steigender Breite der Nervenfasern mit derselben Gesetzmässigkeit wie beim Menschen und Hunde, aber auch unter entsprechenden Variationen. Wenn man die Masse vom Kaninchen mit denen vom Menschen und Hunde vergleicht, findet man, dass dieselben bei jenem bei gleicher Breite der

Fasern im Ganzen grösser sind, dass mithin die Entfernungen zwischen je zwei Einschnürungen bei diesem Thiere länger sind. Wir theilen hier eine Masstabelle mit.

Myelinhaltige Nervenfasern des Kaninchens.

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Entfernung von der einen Einschnürung zum Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung vom Kern zur anderen Einschnürung.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,0032	0,1728	0,032	0,0128	0,128
0,0036	0,24	0,12	0,016	0,104
0,004	0,1648	0,064	0,0176	0,0832
0,004	0,1984	0,096	0,0192	0,0832
0,004	0,2032	0,104	0,0192	0,08
0,0044	0,48	0,24	0,016	0,224
0,0048	0,344	0,16	0,016	0,168
0,0048	0,368	0,184	0,016	0,168
0,0048	0,6	0,288	0,016	0,296
0,0048	0,6064	0,304	0,0144	0,288
0,0052	0,52	0,248	0,016	0,256
0,0064	0,5328	0,288	0,0128	0,232
0,008	0,624	0,32	0,016	0,288
0,008	0,64	0,336	0,008	0,296
0,0096	0,6336	0,304	0,0096	0,32
0,0112	0,6672	0,336	0,0112	0,32
0,0112	0,7184	0,36	0,0144	0,344
0,012	0,6592	0,328	0,0112	0,32
0,0128	0,768	0,3584	0,0096	0,4
0,0144	0,7072	0,352	0,0192	0,336
0,0144	0,7376	0,3872	0,0144	0,336
0,016	0,7904	0,392	0,0144	0,384
0,016	0,8	0,384	0,016	0,4
0,016	0,832	0,448	0,032	0,352
0,016	0,88	0,4	0,032	0,448
0,016	0,9728	0,472	0,0128	0,488
0,0176	0,8672	0,408	0,0192	0,440
0,0176	0,928	0,48	0,016	0,432
0,0176	0,9408	0,448	0,0128	0,48
0,0176	0,9568	0,488	0,0128	0,456

Myelinfreie Nervenfasern (Taf. VIII Fig. 11—13) kommen in den cerebrospinalen Nervenstämmen des Kaninchens in gleicher Weise wie beim Menschen und Hunde vor. Diese Fasern sind auch von demselben Bau wie die beim Menschen beschriebenen. Um die Entfernungen der Kerne von einander bei der etwas wechselnden Breite der Fasern zu zeigen, theilen wir hier einige Masse mit.

Breite der Nervenfaser.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,002	0,016	0,072	0,0192	0,0832	0,016	0,0832	0,0176	0,128	0,016	0,064
0,002	0,0128	0,08	0,0128	0,0992	0,016	—	—	—	—	—
0,0021	0,016	0,032	0,016	0,056	0,0128	0,032	0,0128	0,056	0,0144	—
0,0021	0,016	0,112	0,0144	0,12	0,0128	—	—	—	—	—
0,0024	0,016	0,032	0,0128	0,0288	0,0112	0,0672	0,0144	0,04	0,0128	—
0,0028	0,016	0,048	0,0128	0,128	0,016	0,096	0,0176	0,12	0,016	0,112
0,0028	0,016	0,072	0,0176	0,08	0,016	0,104	0,0176	0,064	0,0144	0,112

Die in jeder einzelnen Reihe aufgeführten Masse sind derselben Nervenfaser entnommen und geben die auf einander folgenden Entfernungen der Kerne wieder. Es geht aus diesen Massen hervor, dass nicht nur bei verschiedenen Fasern Variationen in dieser Hinsicht vorkommen, sondern dass auch an einer und derselben Faser die einzelnen auf einander folgenden Entfernungen etwas verschieden sind.

Bei dem Buchfinken (Taf. VIII Fig. 22—25) fanden wir den Bau der myelinhaltigen Nervenfasern mit denen der Säugethiere fast vollständig übereinstimmend. Durch Ueberosmiumsäure sowohl, wie durch Versilberung und sonstige Methoden treten dieselben Erscheinungen hervor wie bei jenen. Die Schwannschen Scheiden sind in gewissen Entfernungen eingeschnürt, und diese Einschnürungen bieten Verhältnisse dar, welche den oben beschriebenen ganz entsprechen. Die Myelinscheide erreicht in der Regel diese Stellen nicht ganz. Die eigenthümlichen Unterbrechungen

entstehen oft an ihr. Die ungefähr mitten zwischen je zwei Einschnürungen liegenden, rundlichen oder ovalen Kerne sind gewöhnlich, besonders an den breiteren Fasern, von einer Protoplasmazone umgeben; die Schwannsche Scheide bietet an diesen Stellen oft kleine Ausbuchtungen dar. Auch bei den Vögeln gilt das oben besprochene Gesetz, dass die Entfernung der Einschnürungen mit steigender Breite der Nervenfasern, obwohl unter zahlreichen kleineren Variationen, wächst. In der folgenden Tabelle theilen wir einige Messungen an den Nervenfasern des Buchfinken mit.

Myelinhaltige Nervenfasern des Buchfinken.

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Entfernung von der einen Einschnürung zum Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung vom Kern zur anderen Einschnürung.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,0016	0,0992	0,048	0,0096	0,0416
0,0016	0,1072	0,04	0,0112	0,056
0,0016	0,136	0,0768	0,0112	0,048
0,0016	0,16	0,056	0,008	0,096
0,0024	0,1752	0,088	0,0104	0,0768
0,0028	0,16	0,064	0,012	0,084
0,0028	0,1744	0,0912	0,0112	0,072
0,0044	0,3376	0,16	0,0096	0,168
0,0048	0,3232	0,144	0,0112	0,168
0,0048	0,392	0,2	0,0128	0,1792
0,0048	0,4368	0,208	0,0128	0,216
0,0064	0,3792	0,192	0,0112	0,176
0,0064	0,3808	0,176	0,0128	0,192
0,0068	0,4336	0,216	0,0096	0,208
0,008	0,3296	0,16	0,0096	0,16
0,008	0,3824	0,1888	0,0096	0,184
0,008	0,432	0,224	0,008	0,2
0,008	0,4576	0,24	0,0096	0,208
0,008	0,48	0.24	0,0112	0,2288
0,008	0,488	0,208	0,008	0,272
0,0096	0,4272	0,208	0,0112	0,208
0,0096	0,4416	0,224	0,0096	0,208
0,0112	0,4752	0,224	0,0112	0,24
0,0112	0,4656	0,224	0,0096	0,232
0,0112	0,4888	0,256	0,0088	0,224
0,0112	0,4896	0,24	0,0096	0,24
0,0112	0,5208	0,248	0,0088	0,264
0,0112	0,5328	0,272	0,0128	0,248
0,0112	0,5392	0,256	0,0112	0,272
0,0112	0,544	0,272	0,008	0,264

Im Ganzen schienen uns beim Buchfinken die Nervenfasern feiner als bei den untersuchten Säugethieren; bei den dickeren Fasern waren die Einsehnürungen ungefähr soweit von einander entfernt wie beim Menschen und Hunde, lagen aber einander näher als beim Kaninchen. Bei den schmäleren schienen sie aber verhältnissmässig oft etwas weiter von einander entfernt zu sein.

Aueh beim Buehfinken sahen wir hie und da in den eerebrospinalen Nervenstämmen myelinfreie Nervenfasern (Taf. VIII Fig. 26) von derselben Besehaffenheit wie bei den Säugethieren. An einer betrugen die auf einander folgenden Entfernungen zwisehen den Kernen 0.08, 0.056, 0.064 Mm., bei einer Länge der Kerne von 0.0096—0.0104 Mm.; an einer anderen massen die Entfernungen ungefähr das Doppelte.

Beim Froseh (Taf. IX) fanden wir ebenfalls die myelinhaltigen Nervenfasern nach demselben Grundtypus gebaut wie bei den Säugethieren und Vögeln. Der Axeneylinder zeigt dieselbe Beschaffenheit, die oben beim Mensehen gesehildert wurde; bisweilen tritt auch eine Längsstreifung desselben ziemlich deutlich hervor. Er füllt, wie beim Mensehen, bald das Lumen der Myelinscheide aus und erscheint dabei sehr breit (Fig. 25); bald verläuft er frei und sich oft schlängelnd in einem geräumigen, von dieser Scheide gebildeten Canal (Fig. 24). Die Myelinscheide zeigt, in Ueberosmiumsäure erhärtet, gewöhnlich viele Unregelmässigkeiten, Ausbuchtungen, Einkerbungen sowie die sehiefen durchdringenden Spalten. Hie und da findet man aber auch Nervenfasern mit ganz regulär aussehenden eylindrisehen Scheiden, so dass aller Wahrseheinlichkeit naeh die erwähnten Unregelmässigkeiten nur die Folge nach dem Tode eingetretener Veränderungen sind. Die Schwannsehe Scheide zeigt ebenfalls dieselbe Beschaffenheit wie beim Menschen; sie ist dünn, homogen, ohne Struetur. In gewissen Entfernungen bietet sie an ihrer Innenseite längliche, ovale, von wenig Protoplasma umgebene Kerne (Fig. 1, 2 *K*) sowie zwischen je zweien derselben ganz ausgeprägte Ein-

schnürungen (Fig. 1, 2 *E*); gegen die letzteren hin ist sie oft etwas ampullär erweitert. Diese Einschnürungen sind von etwas wechselndem Aussehen. Bald ist die Einkerbung ganz steil, bald mehr langgezogen; bald findet man gar keine Querlinie, Verdickung oder sonstige Bildung an der Schwannschen Scheide, bald ist aber an ihr eine Querlinie rings um die Einschnürungsstelle ganz deutlich markirt. Zuweilen, obwohl ziemlich selten, zeigt die Scheide hier eine schmale, ringförmige Verdickung oder sogar einen glänzenden Discus (Fig. 13). Die Myelinscheide verhält sich auch in wechselnder Weise zu den Einschnürungen. In der Regel spitzt sie sich jederseits schnell ab und endigt nahe an der Mitte der Einschnürung mit je einem dünnen helleren Tubus. Zwischen diesen beiden Tuben bleibt eine schmale, Spalte zurück, welche wie ein von zwei Linien begrenztes, helles Band aussieht (Fig. 1 *E*; Fig. 7, 8). In anderen Fällen endigt die Myelinscheide etwas mehr von der Einschnürung entfernt (Fig. 9, 10, 12). In noch anderen setzt sie sich aber ununterbrochen, nur verschmälert und eingeschnürt, durch die ganze Einschnürungsstelle fort (Fig. 11, 15); es sind dies die »unvollständigen» Einschnürungen. An schmäleren Nervenfasern sind die Einschnürungen gewöhnlich mehr langgezogen und die Myelinscheide hört etwas weiter von ihrer Mitte auf. Hier ist an der eingeschnürten Schwannschen Scheide fast nie ein deutlicher Querstreifen zu sehen. Durch Versilberung färbt sich in der Regel ein brauner, mehr oder weniger breiter Ring an der Schwannschen Scheide, und am Axencylinder tritt entweder eine mehr unregelmässig körnige Färbung oder gewöhnlicher eine Reihe von bald dicht zusammen liegenden feinen Querstreifen, bald breiteren dickeren Bändern, welche wie Ringe den Axencylinder umfassen, hervor (Fig. 18, 23).

Die Einschnürungen sind ebenfalls beim Frosch nach dem oben aufgestellten Gesetz angeordnet: also je breiter die Faser, desto grösser sind die Entfernungen derselben, obwohl auch hier nicht unbedeutende Variationen vorkommen. Ungefähr in der Mitte zwischen je zwei Einschnürungen findet sich auch hier der betreffende Kern. In der folgenden Tabelle ist zur leichteren Uebersicht eine Reihe von Massen aufgeführt.

Myelinhaltige Nervenfasern des Frosches.

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Entfernung von der einen Einschnürung zum Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung vom Kern zur anderen Einschnürung.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,0032	0,2656	0,1312	0,0224	0,112
0,0032	0,296	0,1488	0,016	0,1312
0,004	0,2416	0,104	0,0096	0,128
0,004	0,32	0,136	0,016	0,168
0,004	0,3784	0,184	0,0184	0,176
0,0044	0,5152	0,288	0,0192	0,208
0,0048	0,344	0,16	0,008	0,176
0,0048	0,4288	0,192	0,0128	0,224
0,0048	0,4368	0,176	0,0128	0,248
0,0048	0,4608	0,2	0,0128	0,248
0,0056	0,4144	0,224	0,0144	0,176
0,0064	0,464	0,232	0,016	0,216
0,008	0,44	0,208	0,008	0,224
0,0096	0,7568	0,384	0,0128	0,36
0,0096	0,8896	0,416	0,0096	0,464
0,0104	1,0272	0,464	0,0192	0,544
0,0112	0,8176	0,36	0,0096	0,448
0,0128	1,0192	0,512	0,016	0,4912
0,0128	1,2816	0,624	0,0096	0,648
0,0128	1,3408	0,64	0,0128	0,688
0,0128	1,4432	0,752	0,0192	0,672
0,0144	1,2032	0,584	0,0192	0,6
0,0144	1,304	0,6	0,016	0,688
0,0144	1,3056	0,64	0,0176	0,648
0,0144	1,328	0,632	0,016	0,68
0,0144	1,6736	0,8	0,0096	0,864
0,016	0,912	0,44	0,008	0,464
0,016	1,296	0,64	0,016	0,64
0,016	1,4992	0,672	0,0112	0,816
0,016	1,6528	0,84	0,0128	0,8

Im Ganzen sind hier bei gleicher Breite der Nervenfasern die Entfernungen der Einschnürungen grösser als bei den oben beschriebenen Thieren. An den dicksten Fasern können die dazwischenliegenden Segmente sogar 1.5 Mm. und noch mehr betragen.

Beim Frosch kommen auch in den cerebrospinalen Nervenstämmen myelinfreie Nervenfasern einzeln oder zu kleinen Bündeln vereinigt vor. Es sind diese Fasern den oben bei anderen Thieren geschilderten sehr ähnlich (Taf. IX Fig. 3—6). Die Entfernungen zwischen den Kernen sind von besonders wechselnder Grösse. Wir theilen hier einige Masse mit, welche diese Entfernungen sowie die Länge der Kerne bei verschiedenen Fasern angeben.

Breite der Nervenfaser.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.	Entfernung zum nächsten Kern.	Länge des Kerns.
Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,0016	0,016	0,08	0,0192	0,128	0,016	0,096	0,016
0,002	0,0192	0,16	0,0192	0,144	0,016	0,224	0,0192
0,0021	0,0208	0,112	0,016	—	—	—	—
0,0024	0,0192	0,112	0,0208	0,128	0,0192	0,096	0,0224
0,0024	0,016	0,12	0,016	0,176	0,0192	0,112	0,016
0,0026	0,0208	0,08	0,0176	0,12	—	—	—
0,0028	0,016	0,168	0,0144	0,112	0,016	0,224	0,016
0,0032—0,0048	0,0336	0,176	0,0256	—	—	—	—

Die in jeder einzelnen Reihe aufgeführten Masse sind derselben Nervenfaser entnommen. Es geht daraus hervor, dass ebenfalls an einer und derselben Faser die einzelnen auf einander folgenden Entfernungen zwischen den Kernen etwas verschieden sind.

Beim Hecht (Taf. X) fanden wir den Bau der myelinhaltigen Nervenfasern in einigen Beziehungen von dem bei den oben beschriebenen Thieren abweichend. Am Axencylinder sahen wir zwar nichts Eigenthümliches; die bei dem des Menschen gegebene Schilderung passt vielmehr auch für den Hecht. Ebenso zeigt die Myelinscheide ungefähr dieselben Eigenschaften, wie bei den schon beschriebenen Thieren. Sie ist im Ganzen dick und bildet deswegen nach Ueberosmiumsäurebehandlung eine breite dunkle Schicht um den Axencylinder. Besonders häufig treten die schiefen durchgehenden Spalten auf. Eigenthümlichkeiten im Bau dieser Fasern kommen nun aber an der Schwannschen Scheide vor. Zwar ist sie auch beim Hecht ebenso homogen, durchsichtig und unstructurirt wie bei den anderen Thieren; sie ist aber etwas dicker und ihre Kerne sind nach anderen Gesetzen angeordnet. Wenn man eine isolirte, breite, in Ueberosmiumsäure erhärtete, mit Carmin behandelte Nervenfaser mustert, findet man, obwohl nicht selten nur mit Schwierigkeit, Einschnürungen an ihr. Letztere sind verhältnissmässig ziemlich weit von einander entfernt. Wenn man nun ein zwischen zwei Einschnürungen befindliches Segment der Schwannschen Scheide genau beobachtet, findet man an ihr mehrere Kerne in gewissen Entfernungen. Sie liegen nicht an einer Seite der Nervenfaser, sondern ohne bestimmte Regel, abwechselnd bald an der einen, bald der anderen Seite derselben. Wenn man sie in Profilansicht bekommt, sieht man mit voller Sicherheit, dass sie der Innenseite der Schwannschen Scheide dicht anliegen (Taf. X Fig. 6). Sie sind rundlich oval, gewöhnlich scheibenförmig abgeplattet und nach der Krümmung der Scheide gebogen. Oft liegen sie mit ihrem Längendurchmesser quer oder schief gegen die Axe der Nervenfaser gerichtet. In ihrer Umgebung findet man keine besondere körnige Ansammlung; hie und da sieht man an der Innenseite der Schwannschen Scheide einen äusserst dünnen Anflug; man kann aber zweifelhaft sein, ob letzterer nicht etwa von der Myelinscheide herrührt. Es sei hier bemerkt, dass die Schwannsche Scheide, obwohl selten, einzelne kleine Verdickungen zeigt. Wenn man nun die Zahl und Anordnung der einer breiten Nervenfaser angehörigen Kerne prüft, findet man erstens, dass an beiden Seiten von jeder Einschnürung und nicht weit von ihr je ein Kern liegt. Der nächste Kern findet sich in etwas grösserer Entfernung von dem ersten und dann folgen Kerne in ungefähr gleichen Entfernungen bis in die Nähe der nächsten Einschnürung, bei welcher wieder ein Kern ganz nahe liegt. Dies Gesetz wiederholte sich bei jeder untersuchten Nervenfaser. Indessen muss man sich hüten, nicht die oft der Aussenseite anliegenden Kerne mit in Rechnung zu ziehen. Wenn man dann schmälere myelinhaltige Nervenfasern durchmustert, findet man bei ihnen die Entfernungen zwischen zwei Einschnürungen im Ganzen etwas, obwohl wenig, kürzer und die Kerne sind weiter von einander entfernt, wodurch auch die zwischen je zwei Einschnürungen liegenden Kerne an den schmäleren Fasern weniger zahlreich werden. Dies Gesetz, welches für den Hecht eine allgemeine Geltung hat, ist um so merkwürdiger als bei den bisher beschriebenen Thieren ein entgegengesetztes Verhältniss obwaltet, indem ja, wie erwähnt wurde, bei letzteren an den schmäleren Fasern die Kerne in kleineren Entfernungen von einander liegen als an den breiteren. In der folgenden Tabelle haben wir einige Messungen myelinhaltiger Nervenfasern des Hechtes zusammengestellt. Aus diesen beispielsweise gewählten Massen geht hervor, dass im Ganzen das oben erwähnte Gesetz betreffs der Anordnung der

Kerne für diese Fasern gilt, obwohl Variationen und sogar Ausnahmen hie und da vorkommen. Auch bei den feinsten Nervenfasern ist immer mehr als ein Kern zwischen zwei Einschnürungen vorhanden. Die kleinste Zahl der von uns gefundenen Kerne war 5, die höchste hingegen 16. Im Allgemeinen geht aber aus dieser Tabelle hervor, dass, wie bemerkt wurde, die Entfernungen der Kerne von einander kleiner werden, je breiter die Nervenfasern sind. Dass die Entfernung der Einschnürungen von den ihnen zunächst liegenden Kernen so gering ist, lässt sich sehr leicht daraus erklären, dass die ganze Entfernung dieser beiden Kerne von einander eben der Entfernung der übrigen Kerne entspricht.

Myelinhaltige Nervenfasern des Hechtes.

Breite der Nervenfaser.	Entfernung zwischen zwei Einschnürungen.	Zahl der Kerne zwischen zwei Einschnürungen.	Länge der Kerne.	Entfernung von einer Einschnürung zum nächsten Kern.	Entfernung zwischen den Kernen im Allgemeinen.	Entfernung vom letzten Kern zur zweiten Einschnürung.	Entfernung von derselben Einschnürung zum nächsten Kern.
Mm.	Mm.		Mm.	Mm.	Mm.	Mm.	Mm.
0,0048	0,736	6	0,0112	0,048	0,128—0,144	0,056	0,048
0,0064	0,8	6	0,0096	0,04	0,144—0,208	0,032	0,04
0,008	0,728	6	0,0112	0,048	0,144—0,208	0,024	0,056
0,008	1,328	9	0,0112	0,064	0,096—0,192	0,024	0,032
0,0085	1,056	8	0,0096	0,0304	0,096—0,128	0,0768	0,04
0,0088	1,232	7	0,0096	0,048	0,144—0,208	0,056	0,048
0,0096	1,3	12	0,008	0,05	0,105—0,12	0,048	0,056
0,0112	1,072	11	0,008	0,0432	0,072—0,096	0,056	0,056
0,0112	1,296	9	0,0096	0,032	0,112—0,16	0,032	0,04
0,0112	1,408	16	0,0075	0,0352	0,064—0,096	0,032	0,04
0,0112	1,44	13	0,0096	0,0352	0,096—0,112	0,032	0,04
0,0128	0,784	9	0,0096	0,056	0,064—0,08	0,024	0,04
0,0128	1,44	14	0,008	0,072	0,056—0,096	0,032	0,04
0,0144	1,152	12	0,008	0,056	0,088—0,096	0,048	0,032
0,0144	1,304	13	0,008	0,032	0,08 —0,112	0,032	0,024
0,0144	1,424	14	0,0096	0,0288	0,072—0,096	0,024	0,04
0,0144	1,568	16	0,0096	0,032	0,048—0,08	0,032	0,024
0,016	0,8	8	0,008	0,024	0,08	0,0224	0,0288
0,016	1,376	13	0,008	0,024	0,048—0,105	0,032	0,032
0,0168	1,16	10	0,008	0,04	0,064—0,112	0,032	0,0192

Wie oben erwähnt wurde, sind die Einschnürungen beim Hecht nicht so deutlich hervortretend, wie bei den früher beschriebenen Thieren. Man muss zuweilen sehr aufmerksam suchen, um sie zu finden; dies gilt besonders für die schmäleren Fasern. Im Allgemeinen sind die Einschnürungen schwächer ausgedrückt und kurz, indem die Schwannsche Scheide nur eine schwache und steile Einbiegung bildet. An Scheiden, bei welchen die Myelinscheide und der Axencylinder ausgefallen sind (Taf. X Fig. 7, 8), lässt sich die Beschaffenheit der Einschnürungen am besten erforschen. Man sieht, besonders bei schiefer perspectivischer Ansicht, dass eben durch die erwähnte quere Einbiegung der Schwannschen Scheide ein Ring entsteht, dessen ziemlich schmaler innerer Rand die Oeffnung begrenzt, durch welche der Axencylinder verläuft. Die Myelinscheide reicht gewöhnlich von jeder Seite her fast bis zur Einschnürungsstelle. Nach Versilberung färbt sich in der Regel ein feinerer oder gröberer, brauner Ring und am Axencylinder entsteht entweder, wie bei den schon beschriebenen Thieren, eine homogene braungelbe Färbung oder eine Zeichnung feiner, dichtliegender Querstreifen, die bald vollständig, bald unvollständig den Axencylinder umfassen. Gewöhnlich färben sich aber breitere, vom Axencylinder ausschiessende, dunkelbraune Ringe von verschiedener Anzahl und Entfernung von einander. Auch beim Hecht deuten mithin die durch Versilberung entstehenden Erscheinungen auf das Vorhandensein einer besonderen, den Axencylinder umgebenden Schicht, welche möglicherweise eben in der Nähe der Einschnürungen am meisten entwickelt ist. Weiter von letzteren ab lässt sich dieselbe selten durch das Silberreagenz darlegen, wohl weil die Myelinscheide seine Einwirkung hindert.

Durch die Versilberung werden also wie bei den Nervenfasern anderer Wirbelthiere nur die Einschnürungsstellen beeinflusst. Die zwischen letzteren liegenden Segmente der Schwannschen Scheide werden davon nicht in besondere, ihren bezüglichen Kernen entsprechende Zellenterritorien eingetheilt.

Auch beim Hecht sahen wir hie und da, obwohl seltener, in den cerebrospinalen Nervenstämmen myelinfreie Nervenfasern (Taf. X Fig. 5). Wir vermochten dieselben aber nur auf kurze Strecken zu isoliren, weil sie immer in kleinen Bündelchen zusammenliefen. Deswegen können wir bei ihnen nicht die Entfernung der Kerne von einander angeben. Ihr Bau stimmt mit dem oben bei anderen Thieren beschriebenen überein.

Wir haben aber an den Nervenstämmen des Hechtes noch eine sehr interessante Frage zu erörtern, nämlich die von der Theilung der Nervenfasern. In der geschichtlichen Darstellung wurde erwähnt, dass Joh. Müller und Bruecke bei den Nerven der Augenmuskeln des Hechtes solche Theilungen in zwei Röhren gefunden, ebenso wie, dass Stannius gleichfalls solche Theilungen in diesen Nervenzweigen (den des N. oculomotorius und Trochlearis) und in den Rückennerven mancher Fische wahrgenommen hatte. Betreffs der letzteren äussert Stannius, dass er in den von dem dorsalen Aste selbst oder von dem R. communicans abtretenden Muskelzweigen diese Theilungen innerhalb der Zweige gewöhnlich dichotomisch gesehen; sehr selten sah er aus einer primitiven Röhre drei secundäre entstehen. Unmittelbar vor der Theilung findet sich nach ihm immer eine leichte Einschnürung der primitiven Nervenröhre. Die beiden secundären Röhren, sagt er, sind zusammengenommen immer breiter, als es die primäre war. Die Breite jeder der beiden secundären Röhren kann verschieden sein. Bisweilen ist der Breitenunterschied zwischen einer der letzteren und der primären sehr gering, bisweilen bedeutender. In dem Oculomotorius und Trochlearis sah er die Theilungen bald schon im Stamme, bald erst in den Aesten und Zweigen; er sah sie hier nur dichotomisch; nie fehlte eine leichte Einschnürung.

Wir haben ebenfalls bei Fischen, und zwar beim Hecht, diese Theilung von myelinhaltigen Nervenfasern mehrfach beobachtet und führen sie schon hier an, weil sie in ziemlich dicken Nervenästen und nicht nur in den Endausbreitungen vorkommt. Wir untersuchten sie theils in den Spinalnerven theils in den Aesten des Oculomotorius. In den ersteren sahen wir in ganz dicken, viele Nervenfasern enthaltenden Zweigen einzelne Nervenfasern, die sich dichotomisch theilten (Taf. X Fig. 15) und zwar in der Weise, dass nach einer mehr oder weniger schwachen Einschnürung die Schwannsche Scheide sich in zwei Röhren spaltet und ebenso die Myelinscheide, welche dabei durch die Einschnürungsstelle entweder sich verdünnt fortsetzt oder ganz unterbrochen wird. Der Axencylinder theilt sich einfach in zwei Fäden, welche zusammen mit den getheilten Scheiden als zwei vollständige Nervenfasern anfangs im spitzen Winkel, dann einander mehr parallel weiter verlaufen. Bald sind beide Zweige gleich dick, bald ist der eine dicker als der andere; immer sind aber beide zusammengenommen mächtiger als die Faser, aus welcher sie hervorgingen; zuweilen ist sogar der eine Zweig ebenso dick als die ungetheilte Faser. In den Zweigen des Oculomotorius (Taf. X Fig. 16—20) fanden wir aber nicht nur zahlreiche dichotomische, sondern auch trichotomische Theilungen, ja sogar einzelne Fasern, die sich in vier und fünf neue Fasern theilten. Diese Theilungen verhielten sich im Ganzen in derselben Weise, wie sie eben bei den Spinalnerven beschrieben wurde. Unter einer bald seichten bald tiefen Einschnürung spaltet sich die Schwannsche und die Myelinscheide, welche letztere dabei entweder nur verdünnt oder ganz unterbrochen wird. Von besonderem Interesse ist das Verhalten des Axencylinders. Gewöhnlich spaltet er sich erst bei der Einschnürungsstelle; zuweilen kann man aber eine deutliche Theilungslinie schon eine Strecke vorher wahrnehmen (Fig. 17). Besonders klar tritt sein Verhalten hervor, wenn die Myelinscheide ausgefallen ist (Fig. 18). Oft ist der eine Zweig breiter und setzt seinen Weg in ganz derselben Richtung wie die Mutterfaser fort, wobei der andere, gewöhnlich schmälere, unter spitzem Winkel sich seitlich von ihm abzweigt, um bald nach einer Biegung dem ersten parallel weiter zu verlaufen. Ein besonders merkwürdiges Aussehen bieten die Theilungen in noch mehrere Fasern, vorzugsweise die zu fünf Fasern (Fig. 20); die starke Faser läuft nach einer Einschnürung in fünf neue vollständige Fasern aus. Es erinnern letztere Theilungen sehr an die am electrischen Organe der Rochen schon längst beschriebenen. Für alle diese Theilungen gilt nun das oben erwähnte Gesetz, dass die Summe der abgezweigten Fasern mit ihren Scheiden mächtiger ist als die Mutterfaser. Im Ganzen kann hier hervorgehoben werden, dass die sich theilenden Nervenfasern oft zu den breiteren gehören. Bei der Darstellung vom Verhalten der Nerven in ihrer peripherischen Endausbreitung werden wir ähnliche Theilungen bei anderen Thieren besprechen und Vergleiche mit denselben anstellen.

Für die nähere Untersuchung der cerebrospinalen Nerven des Neunauges haben wir hauptsächlich den Nervus trigeminus benutzt (Taf. XI) Trotz vieler Versuche ist es uns nicht gelungen, die Thiere noch lebend zu bekommen. Immer waren sie ein Paar Stunden früher gestorben, ehe sie in unsere Hände kamen. Doch waren sie unter solchen Verhältnissen und bei der kühlen Jahreszeit, während welcher wir unsere Untersuchungen machten, so frisch, dass ganz gewiss keine erhebliche Veränderungen eingetreten waren. Dass die Nervenfasern des Neunauges Myelinscheiden entbehren, wurde ja schon von Stannius angegeben und nachher von Anderen bestätigt. Dass sie völlig myelinfrei sind, konnte jedoch in der That nicht als ganz gesichert angesehen werden, bevor sie nicht, mit einem so feinen Reagenz für das Myelin, wie wir es jetzt in der Osmiumsäure besitzen, ganz speciell geprüft waren. Wir haben bei unseren Untersuchungen dieses Reagenz in grosser Ausdehnung benutzt, und selbst nach sehr starker

Behandlung der frischen Nerven mit demselben auch nicht die geringste Spur von Myelin entdecken können. Dass diese Substanz in keiner Form in den Nervenfasern des Petromyzon vorkommt, dürfen wir deshalb als über allen Zweifel erhaben betrachten. Bei Untersuchung des frischen Materiales in Humor aqueus von andern Thieren gelingt es leicht die einzelnen Nervenfasern zu isoliren. Sowohl die grösseren wie die feineren zeigen bei dieser Untersuchung ein mattes, glasartig durchscheinendes Aussehen. Die Contouren sind vollständig eben, nie eine Spur von Varikositäten zeigend. Auch findet man nirgends eine Andeutung von Einschnürungen, auch nicht wenn die Fasern in noch so langer Ausdehnung isolirt sind. Die Schwannsche Scheide tritt in der Regel sehr scharf hervor als ein heller glänzender Saum an den Rändern der Fasern (Fig. 6). Sie ist verhältnissmässig dick, und in den meisten Fällen kann man mithin auch sehr deutlich bei scharfer Einstellung ihre beiden ganz parallel verlaufenden Flächencontouren sehen. Die Kerne dieser Scheide, welche, wie wir weiter unten sehen werden und wie schon oben bei Beschreibung der Ganglienzellen erwähnt wurde, von ganz eigenthümlicher Gestalt sind, treten bei frischer Untersuchung entweder gar nicht hervor, oder doch so äusserst schwach, dass man nur, wenn man ihre Beschaffenheit und Lagerung vorher kennt, einzelne Andeutungen von ihnen entdecken kann. Die Scheide umschliesst im ganz frischen Zustande den Axencylinder dicht, ohne dass irgend ein dazwischenliegender Raum oder eine Substanz, welche der Myelinscheide bei anderen Thieren entsprechen könnte, zu sehen ist. Hier und da, an einzelnen Fasern, sieht man wohl auch bei dieser Untersuchung die Schwannsche Scheide ein wenig von dem Axencylinder abstehend, so dass ein kleiner Zwischenraum zwischen beiden entsteht; dieses Verhältniss müssen wir jedoch als nur künstlich durch Schrumpfung oder Endosmose hervorgebracht ansehen; bei längerer Dauer der Untersuchung tritt dies mehr und mehr hervor. Wenn man den matt durchscheinenden, auf den ersten Blick ganz homogen aussehenden Axencylinder näher betrachtet, so findet man an demselben eine sehr schwache Andeutung einer Längsstreifung, ebenso wie kleine, wenig markirte, zum Theil mehr diffus, zum Theil in den Längsstreifen angeordnete Körner hervortreten. Dies ist fast Alles, was man an den frischen Nervenfasern sieht. Um den Bau der Fasern näher zu erforschen, muss man seine Zuflucht zu anderen Untersuchungsmethoden nehmen. Obenan steht hier wiederum die Behandlung mit Osmiumsäure, mit oder ohne nachherige Färbung mit Rosanilin oder mit Bealeschem Carmin. Die Axencylinder werden durch die Osmiumsäure ein wenig dunkler, behalten jedoch ihre durchscheinende Beschaffenheit und contrastiren sehr scharf gegen die helle, glänzende, doppeltcontourirte Schwannsche Scheide; die Kerne der letzteren treten hie und da, aber im Allgemeinen nur undeutlich hervor, und die meisten derselben sieht man gar nicht. Bei nachheriger Färbung mit Rosanilin färben sich die Axencylinder, das heisst die ganzen Nervenfasern mit Ausnahme der Schwannschen Scheide, mehr oder minder intensiv roth; die Längsstreifung wird dabei ebenso wie die Kerne der Fasern viel deutlicher. Die Kerne der Schwannschen Scheiden färben sich wohl auch hierbei, im Ganzen jedoch nicht sehr stark, weshalb sie auch bei Anwendung dieser Methode nicht immer und überall scharf und deutlich zu sehen sind. Um die Kerne stärker gefärbt und distincter hervortretend zu bekommen, ist die Färbung mit der Bealeschen Carminlösung besonders zu empfehlen, mag man nun die Nerven vorher mit Osmiumsäure behandeln, oder, was gerade für diesen speciellen Zweck empfehlenswerth ist, direct in die Carminlösung bringen und ein Paar Tage darin liegen lassen. Die Axencylinder färben sich auch hierbei etwas röthlich; die Kerne aber viel stärker.

Nach diesen Bemerkungen gehen wir zur näheren Beschreibung der Nervenfasern über. Nach einer jeden Behandlungsmethode lassen sie sich sehr leicht in grosser Ausdehnung isoliren. Wie bei frischer Untersuchung findet man auch jetzt nie Varikositäten an den Fasern; immer sind sie, jede für sich, ganz gleichmässig breit, und niemals sahen wir Einschnürungen an denselben. Diese scheinen hier also vollständig zu fehlen, ebenso wie an den myelinfreien Fasern bei andern Thieren (s. oben), was gerade von Interesse ist, da es hierdurch sehr wahrscheinlich wird, dass dieselben nur in Zusammenhang mit der Myelinscheidenbildung auftreten. Die Breite der Fasern wechselt sehr stark. Die grösste, die wir gemessen haben, war 0.032 Mm. breit, die kleinste mass dagegen nur 0.0016 Mm. Zwischen diesen Extremen findet man nun alle mögliche Mittelstufen. Am zahlreichsten scheinen uns in dem Stamme des Trigeminus die Fasern zu sein, welche zwischen 0.006 und 0.0112 Mm. in der Breite messen; danach kommen die, welche diese Masse nur ein wenig übertreffen oder hinter ihnen zurückbleiben. Spärlicher sind die groben Fasern von 0.016 bis 0.020 Mm. Breite und nur ausnahmsweise erreichen die Fasern die oben angegebene ansehnliche Breite von 0.030 Mm. Unter den feineren sind die, welche 0.003 bis 0.005 Mm. messen, noch ziemlich reichlich vorhanden; seltener, obwohl noch recht häufig, sind die, welche nur 0.002 bis 0.0024 Mm. breit sind, und ganz vereinzelt kommen die noch feineren vor. Nicht selten findet man eine der allerfeinsten Fasern gerade eine der gröbsten dicht an begleitend. Theilungen von Fasern haben wir nie in der Nähe der Ganglien oder in dem Stamme und

den ersten Zweigen gesehen; in die feineren Verzweigungen haben wir die Nerven beim Petromyzon nicht verfolgt.

Was die Form der Fasern betrifft, so sehen sie, mögen sie gröber oder feiner sein, im Allgemeinen platt aus. Sowohl bei Biegungen derselben, wobei man optische Querschnitte bekommt, als auch bei Drehungen (Fig. 7), wobei man die Fasern zum Theil von der Kante zum Theil von der Fläche aus sieht, als auch bei den abgerissenen Enden (Fig. 3) findet man ganz unzweifelhafte Zeugnisse dafür, dass sehr viele von den Fasern stark abgeplattet, ja vollständig bandförmig sind. Indessen haben bei Weitem nicht alle Fasern diese Gestalt. Man findet nämlich nicht nur nach Erhärten in Osmiumsäure oder nach Conservirung in anderen Flüssigkeiten, sondern auch bei ganz frischer Untersuchung in Humor aqueus eine grosse Anzahl von Fasern, welche im optischen Durchschnitte vollständig drehrund sind (Fig. 8). Nicht selten findet man auch solche, welche einen Durchschnitt wie von einer biconvexen Linse zeigen, das heisst, sie sind mehr oder minder stark abgeplattet mit zwei runderhabenen Flächen und zugespitzten Rändern (Fig. 4).

Bei der Beschreibung des feineren Baues der Fasern fangen wir mit dem Axencylinder an. Dass dieser im ganz frischen Zustande die Schwannsche Scheide vollständig erfüllt, wurde schon oben als Resultat der Untersuchung in Humor aqueus angegeben. Eine vollständige Bestätigung hiervon bekommt man bei guter Erhärtung in Osmiumsäure, wobei ebenfalls gar kein Zwischenraum zwischen der Scheide und dem Axencylinder zu sehen ist. Wie oben erwähnt, treten nach Anilinfärbung der Osmiumpräparate sowohl die Längsstreifung, wie die Körner der Axencylinder deutlicher hervor als bei frischer Untersuchung. Die letzteren färben sich nämlich gleich wie Protoplasmakörner in Anilin, und man sieht dann ganz deutlich, wie sie theils in Längsstreifen theils mehr diffus wie ein feiner Schleier in den Axencylindern angeordnet sind. Zwischen den körnigen Längsstreifen sieht die Substanz übrigens ganz homogen aus. Die Körner sind indessen theils reichlicher, theils spärlicher vorhanden, und besonders in den Anfangstheilen der Fasern, in der Nähe der Ganglienzellen, sind sie häufig so reichlich, dass die Axencylinder oder Nervenfasern durch und durch ein körnig protoplasmatisches Aussehen bekommen, oder, wenn man so will, sie behalten hier eine längere oder kürzere Strecke das protoplasmatische Aussehen, welches sie von Anfang an als Ausläufer der Ganglienzellen hatten. Sowohl hier als überall im Stamme des Trigeminus sind die Körner häufig in der Mitte der Fasern stärker gesammelt (Fig. 2 & 3), so dass hier nach der Anilinfärbung ein mehr oder minder breiter, mehr lebhaft rother, körniger centraler Strang oder Streifen längs der ganzen Faser verläuft, was möglicher Weise zur Annahme des Vorhandenseins eines Centralcanals Veranlassung geben könnte, welche Annahme jedoch ganz falsch wäre. Die Begrenzungen des breiten centralen Streifens oder Stranges sind keineswegs scharf; die Körner breiten sich seitlich davon aus, und der ganze Strang zeichnet sich nur durch ein mehr protoplasmatisches Aussehen aus. Zwischen den vorher öfters erwähnten feinen Längsstreifen mit deren lineären Körnerreihen sieht die Substanz dagegen, wie oben erwähnt wurde, vollständig homogen aus. Das ganze Aussehen der Axencylinder spricht sehr für die von Max Schultze aufgestellte Vermuthung über den Bau derselben im Allgemeinen, dass sie nämlich aus feineren, in eine körnige Substanz eingebetteten Fibrillen zusammengesetzt sind. Ueber diesen interessanten Punkt ist es uns in der That gelungen, bei dem Petromyzon, mit dessen groben, durch Mangel der Myelinscheide für die Untersuchung so äusserst günstigen Axencylindern, zu völliger Klarheit zu kommen. Nicht ganz selten haben wir nämlich solche Bilder bekommen, wie wir sie in der Taf. XI Fig. 2 bei *a* abgebildet haben. Man sieht dort an dem abgerissenen Ende einer platten Faser ganz unzweifelhaft, wie der ganze Axencylinder in mehrere, homogene, feinere Fäden oder Fibrillen zertheilt ist, und wie die Zwischenräume zwischen diesen Fibrillen von einer körnigen, protoplasmatisch aussehenden Substanz eingenommen werden. Gegen gewöhnliche Reagenzien und Färbungsmittel verhält sich auch diese körnige Substanz wie das Protoplasma, und da, wo die Fasern oder Axencylinder von den Ganglienzellen auslaufen, sieht man ja auch ganz evident, wie sie, gleichwie der ganze Axencylinder, eine directe Fortsetzung der Zellensubstanz ist. Wenn die Längsstreifung als Ausdruck der fibrillären Differenzirung und Zerklüftung auch oft schon hier früh auftritt, ja häufig schon in den Zellen selbst an der Abgangsstelle der Fasern zu sehen ist, so behält doch oft der Axencylinder, wie vorher erwähnt wurde, noch eine weite Strecke von der Zelle eine durch und durch mehr körnige, protoplasmatische Beschaffenheit. In der Mitte der Fasern findet man nun, wie oben geschildert wurde, diese Beschaffenheit sehr häufig beibehalten, sowohl in dem ganzen Stamme als auch wenigstens in den ersten Zweigen des Trigeminus; in dieser Weise scheint uns nämlich der oben beschriebene, nach Osmiumbehandlung in Anilin sich stärker färbende, körnige centrale Strang erklärt werden zu müssen.

Bei nicht ganz gelungener Conservirung — an einzelnen Fasern oder an einzelnen Stellen der Fasern auch bei vollkommen guter — sieht man die Axencylinder nicht ganz die Schwannsche Scheide ausfüllen. Sie sind geschrumpft oder die Scheide ist durch Quellung erweitert. Nicht selten, besonders nach Einlegen des frischen Gewebes in Carmin, sieht man die Fasern unter kleinen Windungen in den Scheiden verlaufen. Bisweilen findet man Vacuolenbildung in denselben oder kleine Einkerbungen an den Rändern u. s. w., was insgesammt nur Kunstprodukte sind.

Die Schwannsche Scheide, zu deren näherer Beschreibung wir jetzt übergehen, ist beim Petromyzon, wie oben angegeben wurde, verhältnissmässig dick, so dass ihre doppelten Contouren in der Regel sehr scharf und deutlich hervortreten. An optischen Querschnitten sieht man sie als einen ziemlich dicken Ring den Axencylinder umgeben. An frischen sowohl, wie an Osmiumpräparaten verläuft die Scheide ganz gerade und gestreckt; an solchen Präparaten dagegen, wo Quellungen entstanden sind, sieht man die Scheiden sehr häufig mehr oder minder stark gekräuselt. Sie sind übrigens, wie diese Scheiden bei anderen Thieren, ganz homogen und glashell. An der Innenseite derselben findet man die ganz eigenthümlichen, oben öfters erwähnten, langen und sehr schmalen Kerne. Diese messen im Allgemeinen 0.021 bis 0.03 Mm. in der Länge. An guten Osmiumpräparaten und besonders nach Anilinfärbung sieht man sie als gerade, stäbchenförmige, ein wenig zugeplattete Körper (Taf. XI Fig. 1—4) von ungefähr 0.0016 bis 0.0021 Mm. Breite. An Präparaten, welche frisch oder nach sehr kurzer Osmiumbehandlung in Bealeschen Carmin eingelegt wurden, treten sie viel schärfer hervor, haben jedoch im Allgemeinen ihre Gestalt ein wenig geändert, so dass sie noch schmäler, fast fadenförmig erscheinen und sehr häufig einen gebogenen oder gewundenen Verlauf bekommen. An der Innenfläche der Schwannschen Scheide sieht man um die Kerne und auch weit von ihnen ab einen äusserst dünnen, schwach körnigen Anflug, welcher kaum stärker in der nächsten Nähe der Kerne wird. Wir wollen hier dann erinnern, dass diese so eben geschilderten, langgezogenen Kerne beim Uebergang der Schwannschen Scheiden in die Kapseln der resp. Ganglienzellen ihre Gestalt ändern und hier als die der Innenseite der Kapseln anliegenden Kerne die Form annehmen, welche wir oben bei Beschreibung der Ganglienzellen (S. 42—45) geschildert haben (Taf. III Fig. 25—26). Wenn sie nicht gut gefärbt sind, ferner an nicht gut erhärteten Präparaten und nach Einwirkung von Säuren, zeigen die Kerne häufig einen sehr starken Glanz. An solchen Stellen, wo die Schwannsche Scheide von dem Axencylinder absteht, oder an solchen, wo der Axencylinder aus der Scheide zufällig herausgezogen worden ist, sieht man, dass die Kerne immer der Scheide folgen und also ganz sicher dieser und nicht dem Axencylinder angehören (Taf. XI Fig. 9 u. 12). An den feinsten Fasern liegen sie, obgleich nicht ganz regelmässig, in gewissen Abständen, ungefähr das Doppelte ihrer eigenen Länge von einander entfernt. Die Entfernungen wechseln jedoch ziemlich stark: die Kerne können theils weiter getrennt, theils einander näher gerückt sein. An den mittelgrossen Fasern liegen sie einander im Allgemeinen viel näher und häufig sieht man sie zu je zwei und zwei einander schräg gegenüber liegen. An den gröberen Fasern kann man nicht selten mehrere neben einander in der Breite derselben Faser sehen. Ihre Lagerung ist übrigens hier ganz unregelmässig. Nicht selten sind sie ganz unverhältnissmässig lang, ja doppelt so lang wie die gewöhnlichen; es gelingt dann zuweilen bei stärkeren Vergrösserungen zu sehen, dass dieses daher kommt, dass zwei Kerne so dicht nach einander gelagert sind, dass ihre Enden einander berühren oder nur durch eine sehr feine Spalte von einander getrennt sind (Fig. 10 bei *a*).

Das Bindegewebe und die Saftbahnen der cerebrospinalen Nerven.

Historischer Rückblick.

Wenn wir nun zur Frage von dem zusammenhaltenden Bindegewebe der Nerven übergehen, so finden wir schon bei älteren Anatomen mehrere Angaben über Fortsetzungen der Hirn- und Rückenmarkshäute an den Nervenstämmen und vom Uebergang dieser Häute in das Zellgewebe oder Neurilem der Nerven. Ebenfalls findet man

schon früh Angaben über Scheidewände, die nach dem Inneren des Nervenstammes ziehen und denselben in kleinere Bündel theilen. Nach FONTANA ist ferner jede Nervenröhre von parallelen gewundenen (bindegewebigen) Fasern umhüllt. BARBA glaubte die Nerven aus Schichten bestehend, welche wie eine Papierrolle angeordnet seien, wobei die nervöse Materie zwischen den Windungen der zelligen Hülle sich befinde. BOGROS beschrieb an den Nerven zwei Häute, nämlich um jeden Nervenfascikel eine »pulpöse Haut» und um den ganzen Nervenstamm eine gemeinsame Umhüllung, das Neurilem, aus mehreren fibrösen Schichten bestehend. EHRENBERG sah jedes einzelne Bündel und die ganzen Stränge, keineswegs aber die einzelnen Röhren von einer sehnigen gefässreichen Hülle umgeben. LAUTH fand das Neurilem mit dem aponeurotischen oder Fasergewebe übereinstimmend. Nach VALENTIN sind die Scheiden der Primitivfasern durch zellgewebige Fäden an einander geheftet. Die Bündel der Primitivfasern sowie der ganze Nervenstamm werden auch von bindegewebsfasrigen Scheiden umhüllt. Nach GERBER werden die Röhren durch formlose Bindesubstanz oder Zellstofffasern oder ausgebildete Zellstofffäden zu Bündeln und Strängen verbunden. Nach HENLE besteht das Neurilem aus festem, fibrösem Bindegewebe, welches nach innen immer feinere Scheidewände abgiebt; die Septa zwischen den feineren Bündeln bestehen aus Fasern oder Membranen, welche unentwickeltem Bindegewebe ähneln oder Uebergänge zu Epithelien bilden; häufig kommen ächte Bindegewebsfibrillen und structurlose, Primitivfaserbündel umfassende, häutige Röhren mit aufliegenden Kernen vor. Nach HANNOVER werden die Nervenfasern durch das aus gewöhnlichem Zellgewebe bestehende Neurilem zu grösseren oder kleineren Bündeln oder Zweigen vereinigt. Nach CRUVEILHIER ist, unabhängig von der gemeinsamen Neurilemscheide, jeder Nervenfascikel von seiner eigenen Scheide umgeben, welche letztere sehr resistent, innen glatt und wahrscheinlich von seröser Natur ist. Nach KÖLLIKER sind die Rückenmarksnerven von einer festeren Hülle, Neurilema, umgeben, welche mit feineren Ausläufern ins Innere der Nerven geht, dieselben in kleinere Fascikel theilt und mit ganz verfeinerten Scheiden auch zwischen die einzelnen Röhren einläuft. Das Neurilem besteht aus verschiedenen Formen von Bindegewebe, theils fibrillärem, untermengt mit Kernfasernetzen, theils auch, namentlich im Inneren, aus unreiferen Formen. Dann beschrieb ROBIN an den Bündeln der Nerven (den Opticus, Acusticus und Olfactorius ausgenommen), von ihrem Ausgange aus den Ganglien resp. der Dura mater an, eine besondere Scheide, die von ihm Perineurium genannt wurde. Sie bestehe aus einer homogenen, durchsichtigen, mit ovalen, breiten und platten Kernen versehenen, hie und da sehr fein längsgestreiften und feinkörnigen Substanz, welche sich leicht falte; Blutcapillaren drängen nicht durch das Perineurium ins Innere des Nerven hinein. Innerhalb des Perineurium fänden sich zwischen den Nervenfasern Bindegewebsfasern. Nach GERLACH sind die einzelnen Primitivfasern durch Bindegewebe zu Bündeln vereinigt, welche letztere wieder durch eine aus Bindegewebe mit elastischen Fasern bestehende Scheide zusammengehalten werden; nach innen geht das Neurilem in das die Primitivfasern zu Bündeln vereinigende Bindegewebe über. DONDERS und MULDER beschreiben an den Nervenstämmen ein festes, faseriges, aber von lockerem Bindegewebe und Fettzellen durchkreuztes Gewebe als allgemeine Hülle; ausserdem an jedem secundären Nervenbündel eine dünne, feste, faserige, geschichtete Umhüllung, das Neurilema proprium, während einiges lockere Zellgewebe die secundären Bündel in die primitiven vertheilt. SHARPEY erwähnt eine, jedes Nervenbündel umhüllende, besondere, tubuläre, durchsichtige, homogene oder öfter mit feinen netzförmigen Fäserchen versehene sowie kernähnliche Körperchen führende Scheide. Die derart umscheideten Nervenbündel werden zu Nervenstämmen durch eine gemeinsame membranöse Hülle zusammengehalten, welche zwischen die Bündel Lamellen hineinsendet. Nach LEYDIG sind die Primitivfasern durch Bindegewebe, das Neurilem, zu gröberen und feineren Strängen vereinigt. Nach BIDDER haben die Nerven von dem den Stamm umhüllenden Bindegewebe völlig unabhängige Scheiden. FREY erwähnt an den Nervenstämmen ein die primären und secundären Bündel umgebendes, fibrillär-bindegewebiges Neurilem, welches um die primären Fascikel mehr als homogene Hülle, ROBINS Perineurium, erscheint. Die von ROUDANOVSKY beschriebenen Réservoirs zwischen den Nervenfasern sind nach ROBIN Querschnitte von Räumen, die mit Bindegewebsfasern gefüllt sind; solche Fasern liegen vereinigt oder isolirt, der Länge nach zwischen den Röhren. Nach KÖLLIKER treten in grösseren Nerven gewöhnliches Bindegewebe mit der Länge nach ziehenden Fibrillen und um die kleinsten Bündel gleichartige kernhaltige Scheiden auf. SAPPEY hob hervor, dass die fibrösen Nervenhüllen, deren Bündel in sich kreuzenden Richtungen verlaufen, ausser Blutgefässen und Fettgewebe auch Nervenäste enthalten. HENLE und MERKEL beschrieben als einem gewissen Nerven (des Ochsen) eigenthümlich, dass die Nervenfasern innerhalb der concentrischen Lamellen, die das Neurilem der Primitivbündel bilden, theils einzeln, theils zu mehreren von longitudinalen Bindegewebsbündeln umgeben werden; im Uebrigen scheinen sie zwischen den peripherischen Nervenfasern eine verbindende homogene Kittmasse anzunehmen. Durch Versilberung zeigte WIENSKY, dass jedes Nervenbündel von einer mehrschichtigen

epithelioiden Hülle umgeben ist, welche Fortsätze ins Bündel abgiebt, wodurch für jede Nervenfaser eine epithelioide Hülle entsteht. Diese Zeichnung polygonaler Zellenfelder durch Versilberung beschrieben auch wir an den verschiedensten Nervenzweigen. KURKOVSKY erwähnt ein Epithelium als die Bündelhülle bekleidend. RANVIER fand ebenfalls die erwähnte epitheliale Zeichnung; diese bildet nach ihm das parietale Blatt einer serösen Membran, deren viscerales aus einer die Schwannschen Scheiden bekleidenden Zellenschicht besteht; die grossen Nervenbündel seien durch ein, platte Zellen enthaltendes, Bindegewebe in kleinere Bündel gesondert. Bald danach erwähnte RANVIER eine jedes Nervenbündel umgebende Scheide, welche an ihrer Innenfläche mit einem platten polygonalen Epithelium austapezirt sei. Etwas später gab er eine ausführlichere Beschreibung von den bindegewebigen Theilen der Nerven. Er unterschied eine jedes Bündel umgebende »lamellöse Scheide», welche von mehreren auf einander gelagerten, tubulären Lamellen gebildet sei; diese Lamellen bestehen aus einer homogenen oder granulirten, von Bindegewebsbündeln durchzogenen Substanz, welche von endothelialen, kernführenden Zellen bekleidet ist. Ferner unterschied er ein »perifascikuläres» und ein »intrafascikuläres» Bindegewebe. Das perifascikuläre Gewebe bestehe aus Bündeln, welche den Nervenbündeln parallel verlaufen. Das aus fibrillärem Gewebe bestehende intrafascikuläre gehe auch in der Längsrichtung; von einer innerhalb der lamellösen Scheide befindlichen Schicht desselben dringen Fasern ins Innere zwischen die Nervenfasern, von denen die meisten myelinhaltigen von einer Schicht mit platten unter sich verbundenen Zellen bekleideter Bindegewebsfibrillen umgeben seien; auch an den Schwannschen Scheiden seien diese Zellen vorhanden, entweder direct oder durch eine Fibrillenschicht getrennt. Eben zu derselben Zeit veröffentlichten wir unsere Untersuchungen über die Anordnung des Bindegewebes der Nerven. Zu äusserst sind die einzelnen Nervenbündel zu Nervenstämmen von einem aus longitudinal-fibrillären Lamellen bestehenden »Epineurium» zusammengebunden; diese Lamellen sind beiderseits mit Häutchenzellen bekleidet und von elastischen Fasernetzen begleitet; in der Nähe jedes Bündels zeigen diese Lamellen eine regelmässigere concentrische Anordnung; nach aussen hin verbinden sie sich reichlicher unter einander und nehmen Fett zwischen sich auf, um dann zuletzt sämmtliche Bündel des Stammes zu umfassen. Nach innen vom Epineurium ist dann jedes Bündel von einem mehrschichtigen »Perineurium» umgeben, dessen einzelne Lamellen aus einer schwach körnigen, mehr oder weniger deutlich hervortretende Bindegewebsfasern führenden Substanz bestehen, welche beiderseits mit einem zusammenhängenden äusserst dünnen Häutchen von kernführenden, durch Versilberung in ihre einzelnen Felder abzugrenzenden Häutchenzellen bekleidet ist. Die inneren Lamellen des Perineurium biegen sich ferner an gewissen Stellen ins Innere der Nervenbündel und vertheilen dasselbe, das »Endoneurium» bildend, in immer kleinere Partien, so dass zuletzt die einzelnen Nervenfasern von fibrillären, mit Häutchenzellen bekleideten Lamellen umgeben werden. FREY, welcher endlich das Neurilem anderer Forscher »Perineurium» nennt, äussert, dass es platten- und scheidenartig nach innen zwischen die Bündel der Nervenfasern eindringt; die modifizirte Grenzschicht desselben bilde die Primitivscheide der Nervenröhren.

Ueber das Verhalten der bindegewebigen Scheidenbildungen der Nerven gegen die peripherische Endausbreitung hin liegen auch einige unter einander etwas verschiedene Angaben vor. Von diesen heben wir hier die hauptsächlichsten hervor. An den peripherischen Nervenzweigen der Froschhaut beschrieb CZERMAK eine eigene, ziemlich weite, mit Kernen versehene Scheide. Nach KÖLLIKER erscheint das Neurilem nach den Endausbreitungen hin als eine homogene, mit länglichen Kernen besetzte Hülle. Nach ROBIN begleitet das Perineurium die Nervenstämme bis zu den Endausbreitungen und hört kurz vor den Endorganen auf. LEYDIG äussert, dass da, wo das Bindegewebe der Nerven, das Neurilem, nur eine geringere Zahl von Nervenfasern umhüllt, es eine structurlose, kernhaltige Scheide bildet. Nach FREY verändert sich in den Verästelungen der Nerven die neurilemmatische Hülle, indem sie zuletzt nicht mehr fibrillär, sondern nur streifig und zum Perineurium wird. Nach J. ARNOLDS Ansicht wird die Hülle der einzelnen Nervenfasern im Verlauf gegen die Peripherie in der Weise modifizirt, dass sie allmählig weiter von der Myelinscheide abstehend und reichlicher kernführend wird; er scheint, obwohl es aus seiner Darstellung nicht ganz deutlich hervorgeht, die Perineuralscheide der feinsten Nervenzweige als durch Veränderung der Schwannschen Scheide der Primitivfasern der Nervenstämme entstanden angesehen zu haben. KÖLLIKER fasste in seiner letzten Mittheilung das Verhalten der Hülle in den Endausbreitungen in der Weise auf, dass als einzige Begrenzung der Primitivfasern oder kleiner Bündelchen derselben eine kernhaltige abstehende Scheide zurückbleibt, während hier die Schwannschen Scheiden fehlen. Es bestehen jene Hüllen nicht aus Bindegewebe, sondern aus verschmolzenen zelligen Elementen. An den feineren uterinen Nervenzweigen erwähnt LINDGREN als die blassen Nervenfasern umgebend eine gemeinsame, kernführende Bindegewebsscheide, welche mitunter von den Fasern etwas absteht; die beigegebene Zeichnung bildet diese Verhältnisse gut ab. Wir sahen das Perineurium als Scheiden die Nerven

in ihre feinsten Verzweigungen hinein begleitend; dabei kann es zu einem Paar oder, wie es scheint, zu einem einzigen Häutchen reduzirt sein; die Nervenfasern können innerhalb desselben ihre Fibrillenscheiden beibehalten oder auch verloren haben; die perineuralen Häutchen sind in den Endausbreitungen der Nerven oft, ja gewöhnlich, mehr homogen, man findet aber auch solche, die eine feinere oder gröbere, hie und da ausgezeichnet ringförmige Faserbildung darbieten.

Aus diesen Angaben scheint also hervorzugehen, dass man die Scheide der letzten Nervenverzweigungen bald zum Neurilem, bald zum Perineurium gerechnet, bald sogar als eine Modification der Schwannschen Scheide aufgefasst habe.

Die Geschichte der Erforschung der Saftbahnen der peripherischen Nerven beginnt eigentlich mit Bogros. Er kam durch Quecksilberinjectionen zu der Ansicht, dass die Nerven von einem für Injection durchdringlichen, durch die beiden verschiedenen Häute, das Neurilem und die pulpöse Haut, begrenzten, verhältnissmässig engen Canal durchbohrt sind. Die Injectionsversuche an den Spinalwurzeln und Spinalganglien wurden oben berücksichtigt. Nach den peripherischen Endigungen der Nerven hin dringt nach Bogros die Injection in, dem blossen Auge unsichtbare, Verzweigungen hinaus; so z. B. in den Muskeln, in der Haut, in den Schleimhäuten. Durch Injection lassen sich nach ihm drei Arten von Anastomosen nachweisen, erstens zwischen allen aus demselben Ganglion ausgehenden Fascikeln, zweitens zwischen zwei sich vereinigenden Nervencanälen, drittens zwischen Fascikeln verschiedener Nerven. Er sah auch die Ursprungsfascikel des Sympathicus sich füllen. Gegen die Injectionsversuche Bogros' traten Breschet und Raspail auf, und jene wurden fast vollständig vergessen. Nur Cruveilhier wiederholte mit gefärbten Flüssigkeiten die Bogrosschen Versuche. Bei Stichinjection in die Nerven füllten sich in mehr oder weniger reichlicher Menge die den Stamm bildenden Fascikel weit in die feinen Zweige hinaus; so z. B. an den Zweigen des N. lingualis bis in die Zungenpapillen. Zuweilen entsteht durch Bersten der Wände eine Extravasation. Die Injection läuft dabei an der glatten feuchten Innenseite der serösen Scheide der Nervenfascikel. Die Injection gelingt etwas leichter vom Centrum nach der Peripherie hin als umgekehrt. Darauf wurden lange Zeit keine Versuche gemacht, um die Saftbahnen der Nerven zu finden, und im Ganzen trifft man in der Literatur keine Angaben über solche Bahnen, mit Ausnahme der von Roudanovsky, welcher im Reticulum zwischen den Nervenröhren Höhlen (réservoirs), durch welche die Nutrition der Nervenelemente vor sich gehe, erwähnt. Wir machten dann eine grosse Reihe von Injectionen in die peripherischen Nerven, theils von den serösen Räumen der Centralorgane, theils mittelst directen Einstichs in die Nerven. Von den ersteren aus gelang es uns, verschiedene Nerven weit in ihre peripherischen Endausbreitungen hinaus zu injiciren. Sowohl hierbei wie beim Einstich lief die Injectionsflüssigkeit zwischen den concentrischen perineuralen Lamellen um die Nervenbündel sowie zwischen ihren endoneuralen Fortsetzungen ins Innere der Nerven, wo sie zwischen die einzelnen Nervenfasern eindrang und letztere reichlich umschloss; theils ging sie auch hie und da zwischen den epineuralen Lamellen hinaus. Durch die Rami communicantes füllte sich auch der Sympathicus. Kurkovsky überzeugte sich durch Injectionen, dass um die Nervenbündel, aber nicht um die einzelnen Nervenröhren, eine Höhle vorhanden sei. Gleichzeitig mit unserer letzten Mittheilung gab Ranvier eine Beschreibung seiner Injectionsversuche an den peripherischen Nerven; bei mässigem Druck sah er die injicirte Flüssigkeit im Nervenbündel bleiben und dabei zwischen die Nervenfasern eindringen, aber in keinen präformirten Canälen; bei stärkerem Druck trat die Flüssigkeit durch die lamellöse Scheide in das perifasciculäre Gewebe hinaus; in letzterem seien zwar immer Lymphstämme vorhanden, es gelang aber Ranvier nicht den Zusammenhang des intrafascikulären Bindegewebes mit den Lymphgefässen darzulegen. Der hier wahrscheinlich vorhandene lymphatische Kreislauf ist nach ihm mithin noch zu finden.

Histologische Beschreibung.

Wie bei der Schilderung des Bindegewebes der Ganglien beginnen wir auch hier vom Inneren der Nervenstämme aus, um dann allmählig zu den äusseren Theilen zu gelangen. Folgende Darstellung bezieht sich auf die Verhältnisse beim Menschen. Wir gehen bei derselben von einem gröberen Nervenstamme aus; jeder dieser Stämme ist aus mehreren Stämmchen oder Nervenbündeln zusammengesetzt (Taf. XVII Fig. 2). Wir fangen hier mit der Beschreibung eines einzelnen derartigen Bündels an.

Wenn man den dünnen Längsschnitt eines am besten in Ueberosmiumsäure (Taf. XIII Fig. 1; Taf. VII Fig. 29) erhärteten cerebrospinalen Nervenstammes betrachtet, findet man die schwarz gefärbten myelinhaltigen Nervenfasern nicht ganz dicht beisammenliegend, sondern zwischen ihnen hellere Zwischenräume von etwas wechselnder Grösse. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass diese Zwischenräume nicht leere Räume sind, sondern eine Gewebsubstanz enthalten, welche ein klares, ungefärbtes, glänzendes, schwach längsstreifiges Aussehen darbietet. An den Rändern des Präparates zeigt sich nun, besonders an dünnen, etwas zerfaserten Stellen, diese Substanz ganz deutlich fibrillär; die Fibrillen derselben entsprechen vollständig gewöhnlichen bindegewebigen Fibrillen, sie lösen sich beim Zerzupfen ohne Schwierigkeit von einander und flottiren einzeln oder bündelweise als äusserst feine, oft etwas wellenförmig verlaufende Fäserchen in der Untersuchungsflüssigkeit. Man bekommt sie sogar gewöhnlich in diesem mehr oder weniger zerfaserten, bündelweise angeordneten Zustande (Taf. VII Fig. 26) zur Anschauung. Wenn aber das Präparat durch die Manipulationen weniger angegriffen worden ist (Taf. VII Fig. 29), sieht man diese Fibrillenbündel in gewisse kleinere Partien abgegrenzt, von welchen jede einer Nervenfaser angehört oder sogar dieselbe umfasst. Die einzelnen Nervenfasern werden nämlich von je einer solchen Fibrillenpartie umschlossen. Es ist dies die von uns sogenannte Fibrillenscheide der Nervenfasern. Diese Scheide, welche eine ziemlich dünne Schicht bildet, liegt der Schwannschen Scheide bald mehr bald weniger dicht an; oft sieht man sie aber ganz deutlich von ihr durch einen schmalen Raum getrennt. Die Fibrillenscheide besteht indessen nicht allein aus der beschriebenen Fibrillenschicht; an der Aussenseite derselben findet man nämlich hie und da ovale abgeplattete Kerne zerstreut und rings um letztere eine der Fibrillenschicht sich anschmiegende, dünne, körnige, protoplasmatische Ausbreitung. Die Fibrillenscheiden sind mithin von aussen durch Häutchenzellen bekleidet; diese Zellen scheinen aber keine ganz zusammenhängende Schicht zu bilden. Hie und da sieht man sie zwar in grossen häutchenartigen Fetzen von der Fibrillenschicht sich ablösen (Taf. VII Fig. 27 *e*) und zuweilen hängen an solchen abgetrennten Fetzen zwei Zellen mit ihren fast verschwindend dünnen Rändern zusammen; oft liegen aber die Kerne ziemlich weit aus einander, und in den Zwischenräumen zwischen ihnen konnten wir dann gar keine Spuren eines Zellenhäutchens wahrnehmen. Bei der Beschreibung der Injectionsversuche werden wir auch andere Umstände besprechen, welche für ein Durchbrochensein der Häutchenzellenschicht und der Fibrillenscheide in der That sprechen. In einigen Fällen glaubten wir auch an der Innenseite der Fibrillenscheide Häutchenzellen zu finden; dies geschah aber nur ausnahmsweise. Die eben beschriebenen Fibrillenscheiden, welche übrigens von etwas verschiedener Mächtigkeit sein können, begleiten die Nervenfasern überall in den Nervenstämmen und ihren Verzweigungen, oft bis weit in die Endausbreitungen hinaus; in den feineren Nervenzweigen scheinen sie sogar bisweilen an Mächtigkeit zuzunehmen, wie z. B. in den Fingernerven. An den Einschnürungsstellen bilden sie in der Regel keine Einbiegungen, sondern stehen von den Schwannschen Scheiden etwas mehr abgetrennt als an den übrigen Theilen der Nervenfasern; an jenen findet sich dann oft die oben erwähnte, kleine, körnige Substanz, welche die Einschnürung an der Aussenseite erfüllt (Taf. VII Fig. 11—13).

Wenn man nun den Querschnitt eines gut erhärteten cerebrospinalen Nervenstammes (Taf. XII Fig. 2; Taf. XIII Fig. 8—10) durchmustert, findet man ebenfalls, dass die einzelnen Nervenfasern von einander durch eine hellere Substanz getrennt sind. Diese Substanz scheint an solchen erhärteten Präparaten gewöhnlich ziemlich homogen und compact; hie und da tritt aber ihre Zusammensetzung aus quer abgeschnittenen Fibrillen ganz deutlich hervor. Sie entspricht mithin den beschriebenen Fibrillenscheiden und bildet bald dünnere bald dickere Ringe um die Querschnitte der Nervenfasern; an den Stellen, wo drei oder mehrere solche Fibrillenscheiden zusammenstossen, besitzen sie Verdickungen, und hier liegen oft die Kerne der bekleidenden Häutchenzellen. An den Querschnitten sieht man aber deutlicher als an den Längsschnitten, dass die einzelnen Fibrillenscheiden oft von einander nicht scharf abgetrennt sind, sondern vielmehr unter einander zusammenhängen und hierdurch gewissermassen ein Fachwerk darstellen, in welchem die Nervenfasern liegen. Dies Fachwerk ist in bald kleinere, bald grössere Partien eingetheilt, welche eine verschiedene Anzahl von Nervenfasern enthalten (Taf. XIII Fig. 2, 10). Hierdurch werden letztere zu kleineren oder grösseren Gruppen verbunden.

Die also durch die Fibrillenscheiden gebildeten Nervenfasergruppen liegen nun aber nicht lose an einander. In den hellen Spaltenräumen zwischen ihnen nimmt man am Querschnitt der Nerven mehr oder weniger feine Linien wahr, welche um die Nervenfasergruppen verlaufen und sie zusammenbinden. Diese Linien erweisen sich bei genauerer Beobachtung als Querschnitte dünner Lamellen, welche in verschiedener Anzahl und Richtung zwischen den

Gruppen verlaufen und diese zusammenhalten. Wenn man die dünnen Lamellen in isolirtem Zustand und in der Fläche betrachtet, findet man, dass sie elastische Häutchen darstellen, welche durch in ihnen verlaufende Fäserchen mehr oder weniger gestreift erscheinen und von platten ovalen Kernen besetzt sind, die von einer kleinen Protoplasmazone umgeben werden. Es bieten also diese Häutchen ungefähr das Aussehen subarachnoidaler Häutchen dar. Zwischen ihnen bleiben schmale Spaltenräume offen. Die Häutchen legen sich den Nervenfasergruppen dicht an und ziehen hie und da in letztere hinein und zerklüften sich hier, mit den Fibrillenscheiden der einzelnen Nervenfasern zusammenhängend. Die Nervenfasergruppen werden nun durch solche Häutchen zu immer grösseren zusammengehalten; dabei vermehrt sich auch die Zahl der Häutchen, so dass in den Spalten zwischen den grösseren Abtheilungen nicht unbeträchtliche Mengen derselben beisammenliegen. Zwischen ihnen sieht man immer eine entsprechende Zahl schmälerer oder breiterer Spaltenräume sowie hie und da quer oder schief durchgeschnittene Blutgefässe. Dieser so eben besprochene Bau zeigt sich schon an den Querschnitten der in Müllerscher Lösung und Alkohol oder in Ueberosmiumsäure und Alkohol erhärteten Nerven. Noch deutlicher erscheint er aber an den Querschnitten der mit Essigsäure oder Holzessig oder auch Goldchlorid behandelten Nerven. Durch alle diese Methoden schwellen die Fibrillenscheiden an, werden homogen, und die elastischen Zellenhäutchen mit ihren Kernen treten sehr scharf hervor. An einem Essigsäurepräparat (Taf. XIII Fig. 2) sieht man dann sehr deutlich, wie die beschriebenen dünnen Häutchen die Nervenfasergruppen in verschiedenen Richtungen umspinnen, sich ihnen anlegen und sie mit einander verbinden. In den schmalsten Spalten finden sich nur wenige, sogar einzelne Häutchen, in den breiteren sind sie immer zahlreicher vorhanden; wo mehrere grössere Abtheilungen der Nervenfasergruppen zusammenstossen, treffen auch die sie bekleidenden Häutchen zusammen und füllen mit den zwischen ihnen befindlichen Spalten den Zwischenraum aus, gewöhnlich in seiner Mitte ein oder ein Paar Blutgefässe einschliessend. An Querschnitten der in Holzessig aufbewahrten und dann mit Anilin gefärbten Nerven (Taf. XII Fig. 3, 4; Taf. XIII Fig. 4—7) treten die Nervenfasern, deren Myelinscheide und Axencylinder hierdurch roth wird, sehr scharf in einer homogenen Substanz hervor, welche aus den gequollenen Fibrillenscheiden besteht. Diese Substanz ist aber in kleine Felder abgetheilt, deren jedes einer Fibrillenscheide entspricht. Die Grenze zwischen den einzelnen Feldern wird durch rothe Linien gebildet, welche den Häutchenzellen der Fibrillenscheiden entsprechen, und hie und da liegen in diesen Linien, besonders in deren Knotenpunkten, die roth gefärbten Kerne derselben. Nicht alle Nervenfasern sind aber in dieser Weise von je einer rothen Linie umfasst: im Gegentheil, man sieht hie und da zwei oder noch mehr zusammen innerhalb einer Linie liegen; besonders sind die schmäleren Fasern oft zu mehreren von einer gemeinsamen Linie umgeben. Zwischen den Nervenfasergruppen findet man ferner die oben beschriebenen, sie umschliessenden, ebenfalls durch die Behandlungsmethode gequollenen Häutchen oder Lamellen; letztere erscheinen als aus einer homogenen Substanz bestehend, in welcher nur undeutliche Zeichnungen der sie zusammensetzenden gequollenen Fibrillenzüge hervortreten; beiderseits ist diese homogene Substanz von rothen Linien begrenzt, in welchen hie und da Kerne liegen. An einzelnen Stellen finden sich auch zwischen den Lamellen die oben erwähnten Blutgefässe. Auch durch Goldchlorid werden mit den soeben beschriebenen übereinstimmende Bilder hervorgebracht. Diese Methoden geben somit eine Bestätigung der an in Müllerscher Lösung und in Ueberosmiumsäure erhärteten Nerven gewonnenen Ergebnisse betreffs der Anordnung des Bindegewebes im Inneren des Nervenbündels. Dies ganze Bindegewebe — sowohl die Fibrillenscheiden, als die beschriebenen, die Nervenfasergruppen zusammenhaltenden Häutchen — ist es nun, was wir Endoneurium genannt haben.

Gegen die Oberfläche des Nervenbündels hin sammeln sich nun die Häutchen des Endoneurium, oder die endoneuralen Häutchen, an gewissen Stellen zu grösseren Zügen, welche, die grösseren Abtheilungen des Nervenbündels von einander trennend, zwischen letzteren nach der Oberfläche hinauslaufen, um sich dann getrennt nach zwei verschiedenen Richtungen umzubiegen und, der Aussenfläche des Nervenbündels sich anschmiegend, ihren Weg fortzusetzen (Taf. XII Fig. 2, 3; Taf. XIII Fig. 2). An der Stelle, wo sich die Häutchen von einander trennen, bilden sie am Querschnitt eine dreieckige, mit der Grundfläche nach aussen gerichtete Partie. Hier sind die Häutchen gewöhnlich durch die Aufnahme zahlreicherer Fibrillen verdickt und schwellen deswegen durch die erwähnten Methoden an dieser Stelle stärker an. Mehr oder weniger in der Mitte der dreieckigen Partie findet man in der Regel den Querschnitt eines Blutgefässes (Taf. XII Fig. 3) und in dessen nächster Umgebung einige, entweder mehr deutlich concentrische, oder mehr unregelmässige Lamellen.

Rings um das ganze Nervenbündel findet sich das Perineurium. Wenn man dies in Längsansicht des Nervenbündels betrachtet, sieht man nach Färbung mit Carmin oder Anilin in ihm eine Menge rundlich ovaler Kerne

in verschiedener Tiefe zerstreut. Der Bau des Perineurium tritt aber in dieser Weise nicht deutlich hervor. Nur an der Oberfläche ist eine mehr oder weniger schwache Querstreifung an ihm zu sehen; im optischen Längsschnitt, d. h. an den Seiten des Nervenbündels, lässt sich eine lamelläre Zusammensetzung des Perineurium wahrnehmen. Am Querschnitt tritt letztere noch viel deutlicher hervor. An Querschnitten der in Müllerscher Lösung oder Ueberosmiumsäure und dann in Alkohol erhärteten Nerven (Taf. XII Fig. 2) sieht man das Perineurium concentrisch gestreift; die einzelnen Streifen liegen aber so dicht, dass man sie nicht eben leicht verfolgen und von einander unterscheiden kann. Wenn man jenes aber vorsichtig mit Nadeln zerzupft, so zerfällt es ohne Schwierigkeit in eine Reihe dünner, concentrisch an einander geordneter Häutchen oder Lamellen. Dies geschieht aber noch viel leichter an Querschnitten nicht erhärteter, in frischem Zustande erfrorener Nerven. An solchen Präparaten trennen sich nach Aufthauen die perineuralen Lamellen in weiter Ausdehnung von einander und schwimmen in der Untersuchungsflüssigkeit als dünne Häutchen umher (Taf. XII Fig. 1). Hie und da sind sie aber durch kurze Anheftungsfäden mit einander verbunden. Wenn man nun die einzelnen Lamellen, nach Anilinfärbung in Flächenlage ausgebreitet, bei stärkerer Vergrösserung betrachtet, findet man dieselben ein unregelmässig streifiges Aussehen darbieten, indem Züge von schmäleren oder breiteren fibrillären Balken oder auch diffus verbreitete Fibrillen durch sie in etwas verschiedener, gewöhnlich aber querer oder schiefer, hie und da sich kreuzender Richtung verlaufen (Taf. XIV Fig. 1—5). Diese Fibrillenbündel ziehen sich bald zu dickeren Zügen zusammen, um sich bald danach wieder fächerförmig auszubreiten. Zwischen den Fibrillenzügen sind die Lamellen dünner. Auf der ganzen Oberfläche der letzteren findet man eine schwache, dichte, in den verschiedensten Richtungen verlaufende Streifung, wie von undeutlich ausgebildeten, feinen Fibrillen herrührend; hierdurch entsteht eine unregelmässige, netzförmige Zeichnung an der Oberfläche. Ausserdem sieht man aber auch zuweilen ganz distincte, elastische Fasern in den Perineuralhäutchen verlaufen. In grösserer oder geringerer Entfernung von einander finden sich ferner an der Oberfläche platte, rundlich-ovale Kerne, in deren Umgebung nur hie und da eine schwache, körnige, zuweilen auch gelbliche, stark glänzende, Körnchen enthaltende Zone angesammelt liegt. Bisweilen ist diese Zone stärker entwickelt und verbreitet sich weiter über die Oberfläche hinaus, wobei sie Zweige in verschiedenen Richtungen aussendet, die mit Zweigen angrenzender Zonen sich verbinden können; dies sahen wir sowohl bei Erwachsenen als bei Embryonen (Taf. XIV Fig. 6). Ueberall sieht man ausserdem zwischen den Streifen der netzförmigen Zeichnung einen mehr oder weniger deutlichen körnigen Anflug. An der entgegengesetzten Fläche des Häutchens wiederholt sich nun dieselbe Beschaffenheit: eine netzförmige streifige Zeichnung mit körnigem Anflug und zerstreut liegenden Kernen. Hie und da findet man die Kerne der beiden verschiedenen Flächen einander theilweise bedecken. Bei Zerzupfung der Lamellen lösen sich zuweilen Fetzen des einen Oberflächenhäutchens ab, und dann tritt die oben beschriebene Beschaffenheit desselben deutlich hervor. Bei den zerrissenen Lamellen findet man übrigens gewöhnlich eine Anzahl künstlich abgetrennter Fibrillenbündel in der Untersuchungsflüssigkeit flottirend. Wenn Falten an den Häutchen entstanden sind, sieht man am optischen Durchschnitt derselben die Querschnitte der in ihnen verlaufenden, verschieden gestalteten Fibrillenbündel. Hie und da, obgleich verhältnissmässig ziemlich selten, findet man nun einzelne, von einer Lamelle zur anderen angrenzenden überspringende Balken oder Fibrillenbündel (Taf. XIV Fig. 3); es sind dies die schon oben erwähnten Anheftungen der benachbarten Lamellen. Diese Bündel oder Balken entspringen gewöhnlich von einer, aus mehreren in der einen Lamelle verlaufenden Fibrillenzügen zusammengesetzten Wurzel und gehen dann einfach, vom Zellenhäutchen bekleidet, durch den Spaltenraum, um sich in ähnlicher Weise der anliegenden Lamelle anzusetzen. Durch Behandlung mit Essigsäure oder Holzessig erhält man nun in mehrerer Hinsicht gute Beiträge zu einer genaueren Auffassung vom Bau des Perineurium. Die sonst dünnen Lamellen schwellen durch diese Reagenzien ziemlich stark an. Am Querschnitt der mit Essigsäure behandelten Nervenbündel (Taf. XIII Fig. 2) sieht man dann die perineuralen Lamellen als ungefähr gleich breite, concentrisch an einander gelagerte, aus einer homogenen Substanz bestehende Bänder, welche beiderseits von einer scharfen Contour begrenzt sind; an diesen Contouren, nach den zwischenliegenden Spalträumen hin, finden sich hie und da im Querschnitt schmale, spindelförmige Kerne. An Querschnitten der in Holzessig aufbewahrten Nerven treten nach Anilinfärbung die fraglichen Lamellen in derselben Weise hervor; hier sieht man indessen in der angeschwollenen Substanz derselben eine undeutliche Streifung querer oder schiefer Linien, welche bei genauerer Betrachtung offenbar den Grenzen der einzelnen angeschwollenen Fibrillenbündel der Lamellen entsprechen. Diese Bündel schwellen nämlich nicht vollständig zu einer homogenen Masse auf, sondern bleiben gewissermassen noch von einander getrennt, obwohl ihre Grenzen nur durch die eben erwähnten schwach markirten Linien angegeben sind. Die Lamellen werden dann von einander durch feine, vom Anilin oder

Carmin roth gefärbte Linien getrennt, und an letzteren liegen an gewissen Stellen die ebenfalls rothgefärbten spindelförmigen Kerne. Wenn man nun die Lamellen von einander trennt, sieht man, dass jede derselben beiderseits von einer scharfen rothen Contour begrenzt ist. Eben bei diesen Präparaten haben wir uns grosse Mühe gemacht, mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob die perineuralen Lamellen an ihren beiden Oberflächen oder nur an einer derselben von Zellenhäutchen überkleidet sind. Diese Aufgabe war in der That eine sehr schwierige; indessen gelang es uns dann und wann solche frei abgetrennte Lamellen zu finden, wo beim Querschnitt an beiden Flächen Kerne dicht anliegend vorhanden waren (Taf. XII Fig. 4). Diese Kerne zusammen mit den erwähnten scharfen, sich röthlich färbenden Begrenzungen scheinen uns bestimmte Beweise dafür zu geben, dass die Lamellen wirklich an beiden Flächen von Zellenhäutchen überkleidet sind. Dafür spricht noch ein Umstand. Man findet am Querschnitt des mit Holzessig und Anilin behandelten Perineurium einzelne Lamellen hie und da gleichsam perlschnurartig zusammengezogen (Taf. XII Fig. 4). Wenn man solche Stellen genauer betrachtet, sieht man die begrenzenden röthlichen Contouren von beiden Flächen her sich einander nähern und zuweilen sogar sich an einander legen. Diese gleichsam »eingeschnürte» Beschaffenheit rührt offenbar davon her, dass die fibrilläre Zwischensubstanz der Lamellen stellenweise fehlt oder sehr sparsam vorhanden ist, wodurch die begrenzenden Flächenhäutchen sich einander nähern müssen.

Durch Vergoldung des Perineurium kommt man in Betreff des Baues desselben nicht weiter als durch die schon erwähnten Methoden. Durch Versilberung gewinnt man aber in dieser Hinsicht einige nicht unwichtige Aufschlüsse. Wie in der betreffenden geschichtlichen Darstellung angegeben ist, zeichnen sich dadurch am Perineurium jedes Nervenbündels schöne Netze feiner, gerader, brauner Linien, welche polygonale Felder einschliessen (Taf. XV Fig. 1). Es sind diese Felder von etwas verschiedener Grösse und Form; im Allgemeinen sind sie aber fünf- bis sechseckig und besitzen im Mittel einen Längendurchmesser von 0.015—0.02 Mm. Nach stärkerer Einwirkung der Versilberungsflüssigkeit tritt diese Zeichnung nicht nur in einfacher, sondern in doppelter oder mehrfacher Schicht auf. Diese Zeichnungen sind sowohl in Grösse als Form unter einander übereinstimmend; sie decken einander aber nicht, sondern ihre Linien kreuzen sich in mancherlei Weise. Hie und da treten schon ohne Färbung kernähnliche Bildungen in den Feldern hervor; nach Färbung mit Carmin oder Anilin erscheint in jedem derselben ein deutlicher Kern. Es unterliegt mithin gar keinem Zweifel, dass die polygonalen Felder platten Zellen entsprechen. Aus Allem geht hervor, dass die beschriebenen Zellenzeichnungen den die perineuralen Lamellen bekleidenden Zellenhäutchen angehören: durch die Versilberung werden eben die Grenzen ihrer Zellen angezeigt.

In der geschilderten Weise zusammengesetzte perineurale Lamellen umgeben nun in mehrfacher Schicht jedes einzelne Nervenbündel. Die Zahl der Lamellen ist eine ziemlich variirende; im Allgemeinen kann man von ihnen sieben oder acht, aber auch bis zu fünfzehn oder mehr rechnen. Die innersten dieser Lamellen biegen sich nun an gewissen Stellen nach innen, um ins Innere des Nerven einzutreten und in die oben beschriebenen endoneuralen Lamellen überzugehen. Dass an diesen, im Querschnitt dreieckigen Stellen Blutgefässe zwischen den Lamellen sich finden, wurde ebenfalls oben erwähnt. Die innerste, das Nervenbündel umfassende Lamelle ist wie die übrigen gebaut; wenn sie von demselben abgetrennt wird, haftet gewöhnlich an ihr eine Anzahl des längsgehenden fibrillären Gewebes des Endoneurium.

Zwischen allen perineuralen Lamellen finden sich Spaltenräume, welche durch Flüssigkeit erfüllt sein können, wie unten bei der Besprechung der Injectionen beschrieben werden soll.

Ausserhalb des Perineurium liegt endlich das von uns sogenannte Epineurium der Nerven. Es schliesst sich jenem ganz dicht an; seine inneren Schichten bilden ebenfalls concentrische Lamellen um jedes einzelne Nervenbündel und stellen gewissermassen eine äussere Fortsetzung des Perineurium dar. Im Bau unterscheiden sie sich aber vom letzteren. Wenn man am Querschnitt eines gefrorenen Nerven, nach Aufthauen desselben, mit Nadeln die Lamellen des umgebenden Bindegewebes von einander trennt, findet man (Taf. XII Fig. 1 *Ep*) ausserhalb des Perineurium eine Reihe von Lamellen, welche am Durchschnitt etwas dicker als die perineuralen erscheinen und eine viel mehr ausgesprochene fibrilläre Beschaffenheit zeigen. Eine derartig oder auch mit Müllerscher Lösung behandelte Lamelle zeigt in solcher Flächenlage eine Zusammensetzung aus dichtgedrängten Fibrillen, welche einander parallel nach der Länge des Nervenbündels gehen; sie bilden mithin in jeder Lamelle eine verhältnissmässig dicke fibrilläre Schicht. Die Fibrillen sind in gestreckter Lage ganz gerade, sonst etwas wellenförmig verlaufend; sie lassen sich leicht bündelweise oder auch einzeln von einander trennen und stimmen vollständig mit Bindegewebsfibrillen überein. An den Oberflächen dieser fibrillären Lamellen treten nun, besonders nach Färbung mit Carmin oder Anilin, platte, ovale Kerne in wechselnder Zahl und Anordnung hervor. Nach der Anilinfärbung erscheint auch um diese Kerne,

vorzugsweise an deren Enden, eine dünne körnig-protoplasmatische Zone, welche nach aussen hin mit mehr oder weniger bestimmter Grenze in ein äusserst feines, schwach körniges Häutchen übergeht (Taf. XIV Fig. 7). Dies Häutchen, welches vollständig den aus dem Subarachnoidalgewebe geschilderten, aus Häutchenzellen bestehenden entspricht, löst sich leicht von den fibrillären Lamellen ab und flottirt in verschieden gestalteten Fetzen am Präparate. Oft ist dies Oberflächenhäutchen der Lamellen so verschwindend dünn, dass man kaum eine Andeutung desselben wahrnimmt. Die Kerne mit ihren Protoplasmazonen liegen oft in kleinen Spalten zwischen den Fibrillen etwas eingesenkt, die Protoplasmazone nimmt dadurch eine spindelförmige Gestalt an. Ausser diesen Zellenhäutchen findet man an der Oberfläche der Lamellen sehr oft ein Netz hie und da anastomosirender, steifer, glänzender, der Länge des Nerven nach verlaufender Fasern, welche sich als elastische erweisen. Diese Fasern begleiten also auch hier die Zellenhäutchen. Bei diesen Lamellen bemühten wir uns ebenfalls zu entscheiden, ob beide Oberflächen von Zellenhäutchen bekleidet sind; aus mehreren Gründen glauben wir dies annehmen zu können. Dafür sprechen besonders die Bilder, welche an Querschnitten der in Essigsäure oder Holzessig aufbewahrten Nerven zu gewinnen sind. Dadurch schwellen die epineuralen Lamellen bedeutend an, viel mehr als die perineuralen. An den mit Essigsäure behandelten Nerven (Taf. XIV Fig. 2 *Ep*) bekommt man also am Querschnitt ausserhalb des Perineurium breite Bänder von ziemlich unregelmässiger Form, indem ihre hie und da mit Kernen besetzten Grenzlinien nicht ganz parallel sind, sondern zuweilen sich einander etwas nähern, um sich dann wieder von einander zu entfernen. An Querschnitten der in Holzessig aufbewahrten und mit Anilin gefärbten Nerven (Taf. XII Fig. 3, 5 *Ep*) erhält man noch mehr aufklärende Bilder über den Bau des Epineurium. Man findet hier (Fig. 3 *Ep*) die Lamellen, wie erwähnt, stark angeschwollen und als breite Bänder erscheinend. Sie zeigen sich aus einer hellgraulichen, homogenen Substanz gebildet, welche durch eine Menge schief und quer verlaufender, feiner und undeutlich markirter Spalten in zahlreiche, kleine, unregelmässige Abtheilungen getrennt ist. Es entsprechen letztere wie bei den perineuralen Lamellen den angeschwollenen Fibrillenbündeln, deren Grenzen durch die Spalten noch wahrnehmbar sind. Zu beiden Seiten sind die Querschnitte der epineuralen Lamellen von scharfen Contouren begrenzt, die durch Anilin einen röthlichen Ton annehmen; hie und da liegen an ihnen die im Querschnitt spindelförmig erscheinenden Kerne. Zuweilen gehen indessen die Grenzlinien schief durch die Lamellen und trennen sie dadurch in zwei (Taf. XII Fig. 3). An anderen Stellen sind diese schief oder quer gehenden Theilungslinien bedeutender entwickelt (Taf. XII Fig. 5. Ep). Es verbinden sich nämlich die Grenzlinien hie und da mit einander quer durch die Lamellen, indem von einer zu der anderen dünne Zellenhäutchen ziehen; dadurch bekommt man zuweilen mitten in der angequollenen Substanz Kerne, von welchen nach verschiedenen Richtungen hin zwei oder mehr feine, durch Anilin sich roth färbende Linien ausgehen. Die Lamellen werden dadurch in unregelmässige Partien getheilt.

Die in der soeben geschilderten Weise gebauten epineuralen Lamellen umgeben nun in verschiedener Zahl die einzelnen Nervenbündel in concentrischer Anordnung. Etwas weiter von letzteren ab wird aber diese Anordnung mehr und mehr unregelmässig; die Lamellen werden durch zahlreichere Spaltungen abgetheilt und gehen reichliche Verbindungen mit einander ein. Die concentrische Anordnung um die einzelnen Nervenbündel geht immer mehr verloren. Dagegen werden die den betreffenden Nervenstamm bildenden Bündel von einem etwas lockereren Bindegewebe zusammengebunden, in welchem gewöhnlich Haufen von Fettkugeln eingebettet liegen (Taf. XVII Fig. 2). Nach aussen hin ist der ganze Nervenstamm von einem unregelmässig concentrischen Bindegewebe umgeben (Taf. XVII Fig. 6), welches ohne scharfe Grenze mit dem betreffenden Gewebe anliegender Organe zusammenhängt. In dem Epineurium verlaufen ziemlich zahlreiche Blutgefässe, von welchen Zweige durch das Perineurium ins Innere der Nervenbündel gehen. Wenn diese Gefässzweige die Lamellen durchziehen, werden sie von dünnen, aus Häutchenzellen gebildeten Scheiden umgeben, welche mit den Oberflächenhäutchen der Lamellen zusammenhängen (Taf. XII Fig. 5 *Bl*).

Das hier geschilderte Bindegewebe der cerebrospinalen Nerven ist es nun, welches man bisher meistens mit dem gemeinsamen Namen »Neurilem» bezeichnet hat. Dass, wie wir schon einmal bemerkt haben, dadurch eine grosse Unsicherheit und sogar Missverständnisse und irrige Ansichten entstanden sind, lehrt zur Genüge die geschichtliche Zusammenstellung der früheren Angaben. Die von uns angewandten Bezeichnungen geben dagegen viel genauere Anhaltspunkte, sowie keine Veranlassung zu Missverständnissen. Besonders ist es bei der Beschreibung pathologischer Veränderungen der Nerven von grosser Wichtigkeit, die verschiedenen Bindegewebsbildungen aus einander zu halten.

Die eben beschriebenen bindegewebigen Scheidenbildungen begleiten die Nervenstämme des Menschen in ihre Anastomosen und Verzweigungen nach der Peripherie hin, indem sie sich dabei theilen und zu den Zweigen sich in derselben Weise verhalten wie zu den Stämmen. Ihr Bau bleibt dem entsprechend, nur mit den Modificationen, welche die Folge der Verschmälerung des Nerven sind, immer derselbe. Ja nachdem durch die Verzweigung die den Nervenstamm zusammensetzenden Bündel spärlicher geworden, wird das Epineurium oft verhältnissmässig etwas fester und seine Anordnung etwas regelmässiger. Das Perineurium bildet immer um jedes Nervenbündel eine aus mehr oder weniger Lamellen der oben beschriebenen Art gebaute Scheide, und das Endoneurium verhält sich auch in den Nervenzweigen in gleicher Weise wie in den Stämmen. Diese nun gelieferten Angaben betreffen zunächst die gröberen Zweige. Nach der eigentlichen peripherischen Endausbreitung hin bleibt wohl der Bau immer noch derselbe; es treten aber hier Verhältnisse ein, welche, wie oben angedeutet wurde, mehrmals Veranlassung zu schiefen Ansichten gaben, und wir werden deswegen etwas näher auf den Bau derselben eingehen. Wenn einzelne Nervenbündel sich vom Stammzweig abtrennen, bekommen sie immer als directe Fortsetzung des Perineurium des letzteren eine helle, durchsichtige, kernführende Scheide, welche nach Versilberung die Zeichnung polygonaler Felder zeigt und im optischen Durchschnitt als aus mehreren, gewöhnlich aber ziemlich spärlichen, Lamellen zusammengesetzt erscheint; diese Lamellen sind bald mehr homogen und schwach quergestreift, bald führen sie stark ausgeprägte, quer oder schief verlaufende Fibrillenbündel, welche am Durchschnittsbilde sich als längliche Knötchen zeigen und oft den Lamellen gleichsam ein perlschnurartiges Aussehen verleihen (Taf. XVI Fig. 1). Innerhalb dieser perineuralen Scheide verlaufen nun die in der Zahl reduzirten Nervenfasern, meistentheils von gut entwickelten Fibrillenscheiden umgeben. An den feineren Zweigen senken sich nunmehr keine endoneurale Scheidewände vom Perineurium zwischen die Nervenfasergruppen hinein. Deswegen tritt hier die Anordnung der Fibrillenscheiden um die einzelnen Nervenfasern reiner und deutlicher hervor. Die Perineuralscheide ist im Allgemeinen geräumig, so dass ein nicht unbedeutender Zwischenraum, ein »subperineuraler» Raum, zwischen ihr und dem Nervenfaserbündel vorhanden ist. Dieser Raum scheint von einem dünnen hellen Gewebssaft erfüllt zu sein.

Die Nervenfasern selbst zeigen immer den oben beschriebenen Bau, sowohl in Betreff des Axencylinders, als der Myelinscheide und der Schwannschen Scheide. Letztere umfasst die Myelinscheide ebenso eng als in den Nervenstämmen; die Einschnürungen sowie die mitten zwischen je zwei derselben befindlichen, von einer Körnchenzone umgebenen Kerne verhalten sich ganz wie an den Nervenfasern der Stämme, nur scheinen hie und da die Entfernungen zwischen den Einschnürungen etwas kürzer zu sein. Breite und schmale Fasern verlaufen oft in einer Scheide zusammen.

Nach aussen werden die Zweige von einem dem Epineurium entsprechenden Bindegewebe umgeben, welches die Verbindung mit anliegenden Gewebstheilen besorgt.

Wenn nun aber die Nervenzweige noch dünner werden, so dass sie nur einige wenige, z. B. zwei oder drei Nervenfasern enthalten, wiederholt sich doch im Ganzen immer derselbe Bau (Taf. XVI Fig. 2, 3). In einem fibrillären epineuralen Bindegewebe verlaufen diese Bündelchen, je von einer sehr geräumigen Perineuralscheide umgeben, welche aus wenigen, sogar nur einer oder zwei, Lamellen besteht, übrigens aber die gewöhnliche Beschaffenheit darbietet; oft ist die Fibrillenbildung in diesen Lamellen sehr schwach entwickelt, so dass sie fast homogen und unstructurirt erscheinen; in anderen Fällen ist aber die fibrilläre Beschaffenheit deutlicher ausgesprochen. Innerhalb des weiten Lumen dieser Scheide verlaufen die spärlichen Nervenfasern, oft von einer sehr schön und rein ausgebildeten Fibrillenscheide umfasst (Taf. XVI Fig. 2, 3). Wenn diese Zweige sich noch einmal theilen, findet auch eine entsprechende Theilung der Perineuralscheide statt, und die Nervenfasern werden ebenfalls von ihren Fibrillenscheiden weiterhin nach der Theilung begleitet. Die Fibrillenscheiden scheinen indessen zuweilen ganz zu fehlen. So verhält es sich auch bei den Anastomosen (Taf. XVI Fig. 3). Immer sind die Nervenfasern selbst nach dem oben geschilderten Typus gebaut.

Wenn endlich nur eine einzige Nervenfaser in einem Zweige (oder einer Anastomose) verläuft, wiederholt sich auch noch derselbe Bau. In einem äusseren (epineuralen) Bindegewebe setzt sich die Nervenfaser, gewöhnlich von einer mehr oder weniger ausgebildeten Fibrillenscheide und dann aussen von einer im Allgemeinen sehr geräumigen Perineuralscheide umgeben, fort. Letztere zeigt die schon mehrmals geschilderte Zusammensetzung. Zuweilen besteht sie noch aus mehreren, zuweilen nur aus zwei oder einer Lamelle. Diese Lamellen sind entweder ganz homogen oder mit ringförmig gehenden Fibrillenbündeln versehen, welche bei stärkerer Ausbildung als knötchenartige, »perlschnurförmige» Verdickungen erscheinen. Die ovalen, abgeplatteten Kerne treten an diesen Lamellen sehr scharf hervor

und durch Versilberung markiren sich die Grenzen der polygonalen Häutchenzellen. Die Nervenfasern selbst sind noch immer ganz nach dem gewöhnlichen Gesetz gebaut; besonders könnte hervorgehoben werden, dass die Schwannsche Scheide nicht frei absteht, sondern im natürlichen Zustande der Myelinscheide dicht anliegt; die von Protoplasma umgebenen Kerne und die Einschnürungen der Schwannschen Scheide sind ganz wie an den Fasern der Nervenstämme vorhanden.

Es behält also jede myelinhaltige Nervenfaser in ihrem Verlaufe nach der Peripherie hin und bis zu den Endorganen vollständig den oben geschilderten Bau der cerebrospinalen Nervenfasern, aber ausserhalb ihrer Schwannschen Scheide behält sie auch als Fortsetzung ihrer bindegewebigen Scheidenbildungen gewöhnlich eine mehr oder weniger entwickelte Fibrillenscheide sowie immer eine geräumige Perineuralscheide, welche von einem dem Epineurium entsprechenden Bindegewebe umgeben ist. Es sei dies hervorgehoben, weil man im Allgemeinen die fraglichen Verhältnisse entweder nicht klar oder sogar unrichtig aufgefasst zu haben scheint.

Zuweilen sahen wir an einzeln verlaufenden Nervenfasern noch eine Einrichtung, welche wir mit einigen Worten berühren wollen. Wir fanden nämlich (Taf. XVI Fig. 10) ausserhalb der die Nervenfaser, wie gewöhnlich, umschliessenden Fibrillenscheide, zwischen dieser und der Perineuralscheide, eine Zone, welche im optischen Durchschnitt als Körnchen erscheinende Gebilde enthielt. Bei näherer Betrachtung erwiesen sich diese Körnchen als optische Querschnitte von queren oder schiefen, ringförmig verlaufenden Fibrillen, welche in reichlicher Menge den subperineuralen Raum einnahmen. Von der Fläche her, bei höherer oder niedrigerer Einstellung des Mikroskops betrachtet, zeigte sich die Nervenfaser in diesem Raume von einer Fibrillenscheide umsponnen, welche der oben in der Ersten Hälfte dieser Arbeit bei gewissen subarachnoidalen Balken beschriebenen sowie der bei den Pacinischen Körperchen der Vögel vorhandenen ganz ähnlich ist. Die soeben besprochene Bildung scheint aber bei den Nervenzweigen nur als seltenere Ausnahme vorzukommen. Jedenfalls bietet sie aber ein histologisches Interesse.

Bei der Darstellung der bindegewebigen Scheidenbildungen der Nervenzweige bei den Thieren werden wir auf die Verhältnisse, welche bei der Verzweigung der Nerven nach den Endausbreitungen herrschen, noch einmal zurückkommen.

Die besonders interessante Frage vom Uebergang der Nervenscheiden in die Scheidenbildungen der peripherischen Endorgane wird in der betreffenden unten folgenden Abtheilung (s. die Pacinischen Körper u. s. w.) berücksichtigt werden.

Nach dieser ausführlicheren Schilderung der bindegewebigen Scheidenbildungen der Nerven beim Menschen können wir in Betreff der Verhältnisse bei anderen Wirbelthieren kurz sein. Von den untersuchten Säugethieren boten besonders die Nerven des Hundes einen fast vollständig übereinstimmenden Bau, sowohl bezüglich des Peri- als des Epi- und Endoneurium, dar. Beim Kaninchen waren zwar ebenfalls die Verhältnisse im Ganzen dieselben; nur schien die Fibrillenbildung in den perineuralen und endoneuralen Lamellen schwächer ausgeprägt zu sein. So auch beim Buchfinken. Beim Frosch zeigte sich diese Fibrillenbildung noch weniger entwickelt. Zwar findet man im Inneren der Nervenbündel um die einzelnen Nervenfasern, besonders die gröberen, deutlich ausgeprägte Fibrillenscheiden; die endoneuralen und perineuralen Lamellen zeigten sich aber im Allgemeinen mehr homogen und wenig gestreift. Beim Hecht fanden wir ebenfalls diese Lamellen sehr homogen; um die einzelnen Nervenfasern sahen wir nur eine spärliche Fibrillenbildung, dagegen hie und da, besonders um die gröberen Fasern, fast homogen erscheinende, ziemlich weit abstehende Scheiden, welche die Schwannsche Scheide aussen umgeben; jene Scheiden entsprechen den Fibrillenscheiden höherer Wirbelthiere. Ebenfalls fanden wir beim Frosch und Hecht die auch bei den anderen erwähnten Thieren immer in grösserer oder geringerer Zahl vorhandenen, den Nervenfasern aussen anliegenden Häutchenzellen. Durch Versilberung liess sich nun aber bei allen von uns untersuchten Vertebraten im Perineurium eine schöne Zeichnung polygonaler Felder hervorrufen, welche vollständig der beim Menschen beschriebenen entspricht. Durch stärkere Einwirkung des Reagenzes trat oft eine mehrschichtige derartige Zeichnung hervor. In der Taf. XV haben wir Proben solcher versilberter Nerven aus mehreren Gegenden des Körpers bei verschiedenen Thieren (Hund, Schaf, Kaninchen, Sperling, Frosch und Barsch) zusammengestellt. An diesen Figuren, welche in derselben Vergrösserung ausgeführt sind, sieht man, dass die Gestalt der polygonalen Felder bei den verschiedenen Thierclassen ungefähr dieselbe bleibt, d. h. dieselben Variationen aufzuweisen hat, dass aber ihre Grösse eine wechselnde ist. Beim Frosch (Fig. 10) und Barsch (Fig. 11) sind nämlich die Felder bedeutend grösser als bei den höheren Thieren. In Betreff des Frosches möchte auch hervorzuheben sein, dass an den durch die serösen Cisternen und Höhlen gehenden Nervenstämmen ausserhalb der perineuralen Zeichnung polygo-

naler Felder mit geraden Contouren eine andere Zeichnung von kleineren Feldern mit sich schlängelnden Contouren (Fig. 10) entsteht; letztere entspricht vollständig dem Lymphendothel des Frosches und gehört einer serösen Bekleidung an, welche eine geräumige äussere Scheide um diese Nerven bildet. Grosse Pigmentzellen finden sich gewöhnlich an ihr.

An Zerzupfungspräparaten sowohl von frischen als von in Osmiumsäure erhärteten oder überhaupt an nicht besonders gefärbten Nerven des Neunauges sieht es auf den ersten Blick im Allgemeinen so aus, als wäre gar kein Gewebe zwischen den einzelnen Nervenfasern vorhanden. Diese scheinen mit ihren Schwannschen Scheiden ganz nackt zu sein. Viele Fasern sind in der That an solchen Präparaten gewiss ganz nackt, was doch auf Zerreissungen beruht. An vielen findet man, auch bei einer mehr oberflächlichen Beobachtung, hie und da einzelne dünne Häutchenzellen mit länglich-ovalen Kernen haftend, und bei genauerem Nachsehen sieht man an mehreren Fasern eine feine Linie nach aussen von der Schwannschen Scheide, dieser entweder mehr dicht anliegend oder auch von derselben mehr oder weniger weit abstehend, mit der Faser parallel verlaufend; diese Linie oder dieser Saum zeigt sich als der optische Durchschnitt einer äusserst dünnen Scheide, an welcher man hie und da kleine Faltungen sieht, und die von den oben genannten, bei der Zerzupfung gewöhnlich zerrissenen oder verschobenen Häutchenzellen gebildet wird (Taf. XI Fig. 7, 12, 15, 16). Wenn die Scheide mit ihren Häutchenzellen in unveränderter Lage sich befindet, sieht man häufig, wie die Kerne derselben sich nach beiden Seiten von ihr ausbuchten. Sie liegen also in der Scheide oder in deren Häutchenzellen selbst und über ihrer Mitte sieht man nicht selten einen dunkleren Streifen verlaufen, welcher nichts Anderes ist als der optische Durchschnitt der Scheide (Fig. 11). Die Zellenscheide scheint indessen nicht ganz vollständig, sondern mehrfach unterbrochen zu sein, wovon unten mehr. An ihrer Innenseite, zwischen ihr und der Schwannschen Scheide, sieht man sehr häufig feine, helle Fibrillen, welche so durchscheinend sind, dass sie sehr leicht der Aufmerksamkeit entgehen (Fig. 11); bisweilen findet man nur solche Fibrillen mehr oder weniger dicht an der Schwannschen Scheide liegend, ohne dass sie nach aussen von einer zusammenhängenden Zellenscheide begrenzt zu sein scheinen. Hie und da treten jedoch die Häutchenzellen mit grösseren oder kleineren Ausbreitungen nach aussen von den Fibrillen auf, und wo sie ganz fehlen, sind sie gewiss künstlich bei der Präparation entfernt worden. Alle diese Verhältnisse werden besonders deutlich nach Färbungen der Osmiumpräparate mit Anilin oder Carmin, oder nach frischer Einlegung der Nerven in Bealesches Carmin. Am schönsten und lehrreichsten sind die Osmium-Anilin-Präparate. Die Häutchenzellen mit deren Kernen, welche die Scheiden bilden, werden dadurch in der Umgebung der Kerne gefärbt und treten mit ihren ausserordentlich dünnen Ausbreitungen sehr gut hervor. Man sieht sie theils in continuirlichem Zusammenhang mit einander stellenweise vollständige Scheiden bilden, oder man findet sie auch, nachdem sie sich in der Umgebung des Kernes gleichförmig ausgebreitet haben, peripherisch durchlöchert werden und verzweigte platte Ausläufer aussenden (Fig. 17). Diese verbinden sich mit ähnlichen Ausläufern der naheliegenden Zellen, und so werden die von diesen Zellen gebildeten Scheiden durchlöchert. An den durch Zerreissen isolirten Zellen sieht man häufig sehr feine isolirte Fibrillen haften (Fig. 18), oder man sieht auch die Zellen zwischen den Fibrillen ausgespannt; von den Rändern solcher Zellen scheinen die Fibrillen dann ganz frei und nackt zu verlaufen, und ganz sicher gehen sie theilweise, wie oben erwähnt wurde, auch in natürlicher Lage ganz frei zwischen den Zellen oder der Zellenscheide und der Schwannschen Scheide der betreffenden Nervenfaser fort. Nach Behandlung mit Säuren, ja im Allgemeinen auch nach frischem Einlegen der Nerven in Bealesches Carmin, quellen die Fibrillen ebenso wie die Schwannschen Scheiden selbst mehr oder weniger; sie bilden dann bisweilen eine zusammenhängende Schicht um die Nervenfaser, und diese Schicht wird dann nach aussen von den Häutchenzellen und der von ihnen gebildeten, mehr oder weniger durchbrochenen Scheide begrenzt. Uebrigens wechseln die Fibrillen ziemlich bedeutend in der Zahl. An vielen Stellen desselben Nerven sucht man sie an den Nervenfasern vergebens, oder sie kommen nur vereinzelt vor, während sie an andern zahlreicher sind und sehr deutlich hervortreten.

Die soeben geschilderte Häutchenzellenscheide mit den Fibrillen rings um die einzelnen Nervenfasern entspricht der Fibrillenscheide bei anderen Thieren, nur sind die Fibrillen viel spärlicher als z. B. beim Menschen, oder sie können stellenweise ganz fehlen. Fassen wir die Beschreibung der Fibrillenscheide beim Petromyzon zusammen, so finden wir, dass sie so gebaut ist, dass nach aussen von der Schwannschen Scheide sich feine helle Bindegewebsfibrillen finden, welche im Allgemeinen sehr spärlich, theilweise doch reichlicher vorhanden sind, und welche theils frei verlaufen, theils an den nach aussen von ihnen belegenen Häutchenzellen haften. Diese Zellen wiederum sind äusserst dünn und breiten sich theils zu einer in kürzerer oder längerer Ausdehnung ganz zusammenhängenden Scheide um die einzelnen Fasern ausserhalb der Fibrillen aus, oder die Häutchenzellen sind in ihren Ausbreitungen durchlöchert

und hängen mit einander durch verzweigte platte Ausläufer zusammen, so dass die Scheide mehrfach durchbrochen wird.

Nach Färbung stechen die relativ kleinen ovalen, ungefähr 0.008 Mm. messenden Kerne der Fibrillenscheiden sehr stark gegen die eigenthümlichen, langgezogenen Kerne der Nervenfasern selbst ab (Taf. XI Fig. 14). Uebrigens sind die Nervenbündel beim Petromyzon, ebenso wie bei den höheren Thieren, von einem mehrschichtigen Perineurium umhüllt. Die einzelnen Lamellen des Perineurium sind sehr dünn, theils mehr homogen, schwach körnig, mit mehr körniger Beschaffenheit in der Umgebung der Kerne (Fig. 19), theils enthalten sie mehr oder weniger dicht liegende klare Fasern, was noch gewöhnlicher ist (Fig. 20).

Den Bau der Nerven gegen die Endausbreitung hin untersuchten wir bei verschiedenen Thieren, vorzugsweise aber bei Hunden, Kaninchen, einigen Vögeln, sowie beim Frosch. Immer fanden wir denselben sich in gleicher Weise verhalten, wie beim Menschen, nur mit den Modificationen, welche für die verschiedenen Thiere characteristisch sind (Taf. XVI Fig. 4—9, 11—15). Immer sind die Zweige von einer scharf ausgeprägten, aus einigen oder zuletzt nur einer Lamelle bestehenden, geräumigen Perineuralscheide umgeben, die sogar oft weit von den eingeschlossenen Nervenfasern absteht. Die Fibrillenscheide der letzteren ist mehr oder weniger entwickelt, oft, besonders bei niederen Thieren, schwach oder ganz fehlend. An den Nervenfasern selbst wiederholte sich bis zu den Endorganen der oben bei den Nervenstämmen beschriebene Bau. Jede Faser behält bis dahin oder bis zur unmittelbaren Nähe jener ihre Schwannsche Scheide mit ihren in gewissen Entfernungen liegenden Einschnürungen und ihren von einer grösseren oder geringeren Protoplasmazone umgebenen Kernen. So lange die Myelinscheide noch vorhanden ist, wird sie von der Schwannschen dicht umfasst. Der Axencylinder zeigt bis zur Nähe der Endorgane im Allgemeinen nichts Besonderes. Bei Vögeln (Buchfinken) und Fröschen verfolgten wir in den feineren Nervenzweigen die Theilung der Nervenfasern. Bei ersteren trafen wir bis jetzt nur dichotomische Theilungen derselben, indem nach einer gewöhnlichen vollständigen Einschnürung sowohl der Axencylinder als die Schwannsche Scheide sich zu zwei theilt und jeder Ast von einer wieder auftretenden Myelinscheide umgeben wird. Die beiden Aeste setzen dann jeder für sich den Weg als vollständige Nervenfasern fort, bekommen ganz wie solche die Einschnürungen und Kerne an der Innenseite der Schwannschen Scheide u. s. w. Beim Frosch fanden wir an den Nervenfasern der peripherischen Nervenverzweigungen sowohl di- als auch trichotomische Theilungen, welche ebenfalls immer an den Stellen der natürlichen Einschnürungen vor sich gingen. Die Schwannsche Scheide und der Axencylinder theilen sich dabei in zwei oder drei, und die an der Einschnürung unterbrochene Myelinscheide tritt sogleich jenseits derselben an den Aesten wieder auf, ganz wie bei den gewöhnlichen Einschnürungen. Zu den Theilungseinschnürungen verhalten sich die an der Innenseite der Schwannschen Scheide liegenden Kerne ebenfalls ganz wie zu den gewöhnlichen. Zuweilen wiederholt sich die Theilung zwei oder mehrmals an derselben Nervenfaser, so dass an zwei auf einander folgenden Einschnürungsstellen eine Theilung in zwei resp. drei Aeste stattfindet; hier liegt dann auch zwischen den betreffenden Einschnürungen je ein Kern. Die durch die Theilung entstandenen Aeste sind entweder gleich breit oder von verschiedener Breite. Die Summe der von ihren Scheiden umschlossenen Aeste ist aber immer breiter als die Mutterfaser. Wenn man nun diese sich theilenden Nervenfasern mit den oben an den Nervenstämmen des Hechts beschriebenen vergleicht, findet man in mehrfacher Hinsicht eine grosse Uebereinstimmung; die vorhandenen Verschiedenheiten betreffen nur die Anordnung der Kerne der Schwannschen Scheide, welche, wie oben hervorgehoben wurde, beim Hecht anderen Gesetzen folgt.

Es bleibt uns jetzt übrig, die Saftbahnen der cerebrospinalen Nerven zu besprechen. Wir gehen hierbei ebenfalls von den Verhältnissen beim Menschen aus. Oben wurde mehrmals erwähnt, dass bei unseren Injectionen vom Subduralraum und von den Subarachnoidalräumen der Centralorgane aus schon bei niedrigem Druck die peripherischen Nervenstämme oft durch die Ganglien hindurch und weit in die Zweige hinaus von der Injectionsmasse gefüllt werden. (In der Fig. 1 der Taf. XVII haben wir beispielsweise einen Fall abgebildet, wo beim Hunde der Lumbalplexus mit seinen verschiedenen Stämmen weit ausserhalb der Ganglien in dieser Weise vom Subduralraum injicirt wurde.) Wenn man, besonders an Querschnitten, solche mit Richardsonscher Flüssigkeit von den serösen Räumen der Centralorgane her injicirte Nervenstämme untersucht, findet man, dass die Injectionsmasse in etwas verschiedener Art die Nerven durchflossen hat. In der Regel ist sie vorzugsweise in der äusseren Peripherie der einzelnen Bündel vorgedrungen, indem sie eben im Perineurium geblieben ist. Bei genauerer Betrachtung findet man sie zwischen den Lamellen des letzteren eingelagert; die blaue Flüssigkeit hat die Lamellen von einander mehr

oder weniger getrennt und die zwischen ihnen liegenden Spaltenräume in grösserer oder geringerer Ausdehnung gefüllt (Taf. XVII Fig. 7). Zuweilen ist dabei die Flüssigkeit auf weite Strecken nur zwischen einigen, ja sogar nur zwischen zwei der Lamellen gelaufen, zuweilen und öfter hat sie ihren Weg zwischen mehreren oder allen Lamellen des Perineurium gefunden. Eben dies Verhältniss, dass oft viele der perineuralen Spaltenräume gleichzeitig gefüllt werden, beweist offenbar, dass sie hie und da unter einander zusammenhängen. In dieser Weise wird nun das Perineurium der einzelnen Nervenbündel eines Nervenstammes mehr oder weniger weit nach der Peripherie hinaus gefüllt; bald werden nur wenige der Bündel, bald und öfter mehrere derselben injicirt. Wenn, wie dann und wann geschieht, die Bündel zusammenlaufen, oder durch Zweige mit einander anastomosiren, setzt sich die Flüssigkeit von einer zur anderen durch das Perineurium der Anastomosenzweige fort, und bei der Theilung der Bündel läuft auch die Flüssigkeit im Perineurium der einzelnen Zweige weiter.

Diese perineuralen Spaltenräume, welche die unmittelbaren Fortsetzungen der entsprechenden Spaltenräume der Cerebrospinalganglien bilden, sind nun die von der aus den serösen Räumen der nervösen Centralorgane injicirten Flüssigkeit vorzugsweise und in der Regel benutzten Bahnen. Dieselbe bleibt aber nicht immer in ihnen. Im Gegentheil verbreitet sie sich oft von da sowohl nach aussen als nach innen; im ersteren Falle setzt sie sich zwischen den epineuralen Lamellen fort und kann dabei entweder nur einzelne oder auch viele der epineuralen Spaltenräume, nicht nur die inneren mehr concentrischen, sondern ebenfalls die äusseren unregelmässigen, füllen. Es entsteht dadurch, besonders an den Stellen, wo mehrere Bündel an einander stossen, oft ein ziemlich verworrenes Netz von injicirten Spalten und Gängen. Diese epineuralen Spaltenräume hängen centralwärts mit den entsprechenden epineuralen Räumen der Cerebrospinalganglien zusammen; bei letzteren sind indessen die epineuralen Injectionen gewöhnlich reichlicher als an den Nervenstämmen.

Ins Innere der Nervenbündel setzt sich ferner oft die Flüssigkeit von den perineuralen Spaltenräumen mehr oder weniger zwischen den an gewissen Stellen sich einbiegenden endoneuralen Lamellen in die endoneuralen Spaltenräume fort. Sie breitet sich dabei in grösserer oder geringerer Ausdehnung in den inneren Theilen des Bündels aus, indem sie erstens hauptsächlich zwischen den sich immer weiter vertheilenden Lamellen verläuft und die Nervenfasergruppen in dieser Weise umspült. Die injicirte Flüssigkeit bleibt aber nicht in den endoneuralen Spaltenräumen, sondern breitet sich auch hie und da von denselben in die Nervenfasergruppen selbst aus. Ihr Verhalten zu letzteren ist etwas eigenthümlich. Sie bleibt nicht in den Spalten ausserhalb der Fibrillenscheiden, noch dringt sie nur in diese hinein, sondern sie füllt den ganzen Raum ausserhalb und innerhalb der Fibrillenscheiden, bis zu den Schwannschen Scheiden. Am Querschnitt eines in dieser Weise injicirten Nerven erscheint an den injicirten Stellen das ganze Gewebe von der Flüssigkeit erfüllt, also als eine von dem Richardsonschen Blau tingirte Masse, in welcher die von ihren Schwannschen Scheiden umgebenen Nervenfasern als mehr oder weniger dicht gedrängte, weisse Inselchen hervortreten (Taf. XVII Fig. 5). Da die Fibrillenscheiden nie eine Abgrenzung für die Injection bilden, ist es deutlich, dass, wie oben hervorgehoben wurde, dieselben nicht vollständig und undurchbrochen, sondern vielmehr mehrfach durchdringlich sind. Die Schwannschen Scheiden grenzen aber immer die Injectionsflüssigkeit ab; nie sahen wir letztere ins Innere der Nervenfaser eingedrungen. Die Nervenfasergruppen können in dieser Weise in mehr oder weniger reichlicher Ausdehnung von der blauen Flüssigkeit durchdrungen werden; letztere hält sich bald mehr im centralen Theil, bald mehr in den peripherischen Partien des Nervenbündels. An den Längsschnitten der injicirten Nerven sieht man, dass die Injectionsmasse nicht in begrenzten netzförmigen Maschen die Fasergruppen der Nervenbündel durchzieht, sondern dass sie in der That, wie oben angegeben wurde, der Länge des Nerven nach sämmtliche Spalten zwischen den Fasern erfüllt.

Wenn man bei der Injection von den serösen Räumen der Centralorgane aus statt des Richardsonschen Blaues die Asphalt-Chloroformmasse anwendet, bekommt man Injectionsbilder, welche mit den eben beschriebenen fast vollständig übereinstimmen. Es füllen sich mithin erstens die perineuralen Spaltenräume der einzelnen Nervenbündel in verschiedener Zahl und Ausdehnung; von diesen läuft dann die Masse theils in die epineuralen Spaltenräume aus, theils setzt sie sich in den Räumen zwischen den endoneuralen Lamellen ins Innere der Nervenbündel fort, um von diesen letzteren Spaltenräumen in den Nervenfasergruppen, um und zwischen den einzelnen Nervenfasern sich auszubreiten; bei schwächerer Füllung bildet sie hier nur spärlichere Maschen, bei stärkerer nimmt sie, wie bei der Injection des Richardsonschen Blaues, den ganzen Zwischenraum zwischen den Nervenfasern, ausserhalb sowohl als innerhalb der Fibrillenscheiden, ein; durch die Schwannschen Scheiden fanden wir sie nie ins Innere der Nervenfasern eingetreten.

Um nun diese durch die Injection von den serösen Räumen des Gehirns und Rückenmarks aus gewonnenen Ergebnisse zu controlliren und die bezüglichen Verhältnisse von anderer Seite her zu prüfen, machten wir in grosser Anzahl Stichinjectionen, sowohl von Richardsonschem Blau als von Asphalt-Chloroform, in die Nerven. Es füllten sich dadurch, wie wir schon früher dargelegt haben, dieselben Bahnen wie bei der ersteren Injection. Wenn die Canülenspitze in das Perineurium selbst eindrang, verlief die injicirte Flüssigkeit mit grosser Leichtigkeit und oft in weiter Strecke bis in die feineren Verzweigungen in den interlamellären Spaltenräumen desselben (Taf. XVII Fig. 7), sich bald hier bald da, theils nach aussen hin in die epineuralen theils nach innen in die endoneuralen Spaltenräume ausbreitend. Wenn die Canüle im Epineurium hervordrang, füllten sich in reichlicher Ausdehnung besonders die hier befindlichen Spaltenräume (Taf. XVII Fig. 6); diese Injection geht aber nicht mit solcher Leichtigkeit vor sich, wie die perineurale, sondern im Gegentheil nur schwer; es bildet sich gewöhnlich eine grössere Anschwellung an der Einstichstelle und die Flüssigkeit läuft nicht weit fort. Wenn die Canüle ins Innere eines Nervenbündels eintrat, entstand in verschiedenen Fällen eine etwas verschiedene Injection. Bald füllten sich die endoneuralen Spaltenräume und die Spalten der in der Mitte des Nervenbündels befindlichen Nervenfasergruppen, bald hingegen die der Peripherie näheren. Zuweilen setzte sich die Injection auf diese Weise in geringerem Umkreise eine weite Strecke im Nervenbündel fort; gewöhnlich breitete sie sich aber durch die endoneuralen Spaltenräume von der Mitte des Bündels nach dessen äusseren Partien und umgekehrt aus; hie und da verlief sie von diesen endoneuralen Spaltenräumen in grösserer oder geringerer Ausdehnung in den anliegenden Nervenfasergruppen, zwischen und um den Nervenfasern (Taf. XVII Fig. 5). Die Flüssigkeit setzte sich in den erwähnten Spaltenräumen hie und da bis zur Oberfläche des Nervenfaserbündels fort, um sich da theils an der Innenseite des Perineurium, zwischen demselben und der Oberfläche des Nervenfaserbündels, zu verbreiten und von diesem Raum stellenweise wieder mehr oder weniger in die anliegenden Nervenfasergruppen einzutreten (Taf. XVII Fig. 5); theils und vorzugsweise läuft sie durch die endoneuralen Spaltenräume in die perineuralen hinaus, um dann in verschieden weiter Strecke in den letzteren ihren Weg fortzusetzen oder in die epineuralen auszutreten. Bei der Theilung der Nervenbündel



breitet sich die Injectionsflüssigkeit gewöhnlich mehr oder weniger in den einzelnen Zweigen aus und beim Anastomosiren der Bündel läuft sie durch die Anastomosenzweige in die bezüglichen Bündel hinein, um dann in gleicher Weise ihren Weg fortzusetzen. Hierdurch werden gewöhnlich mehrere oder alle der den Nervenstamm zusammensetzenden Bündel in verschiedener Ausdehnung injicirt. Am Querschnitt eines solchen Stammes (Taf. XVII Fig. 2) sieht man deswegen die einzelnen Bündel durch gefärbte perineurale Ringe sowie andere Injectionsbilder ausgezeichnet. Bei diesen Injectionen findet oft das eigenthümliche Verhältniss statt, dass die durch die Anastomosenzweige in andere Bündel übergeführte Flüssigkeit, z. B. in den Plexus, in entgegengesetzter Richtung als der, in welcher sie eingespritzt wurde, zurückläuft. Wenn z. B. die Injection in ein Bündel nach der Peripherie hin ausgeführt wurde, kann die Flüssigkeit in den durch Anastomosen verbundenen Bündeln sowohl in derselben Richtung als auch oft centralwärts verlaufen und sich weit hinaus verbreiten, so dass eine grosse Anzahl der Stämme eines Plexus in dieser Weise injicirt werden kann. Die Fig. 5 der Taf. XVII stellt den Querschnitt eines Bündels dar, bei welchem die Injection eben in dieser Weise zurücklaufend geschah. Uebrigens muss hervorgehoben werden, dass kein eigentlicher Unterschied im Verhalten der Injection eintritt, ob beim Einstich die Canülenspitze nach der Peripherie oder centralwärts gerichtet ist. Die für die Injection offenen Bahnen sind jedenfalls dieselben, nur die Richtung ist verschieden. Bei der Injection nach dem Centrum zu läuft die Flüssigkeit, wenn sie nicht unweit der Cerebrospinalganglien injicirt wird, in letztere hinein, um sich in den oben bei der Beschreibung dieser Ganglien erwähnten Saftbahnen zu verbreiten und weiter durch die sensible Wurzel, theils auch beim Rückenmark direct durch die motorische, in die serösen Räume des betreffenden Centralorgans einzufliessen. Bei der Injection in peripherischer Richtung läuft die Flüssigkeit oft mit grosser Leichtigkeit weit in die Zweige hinaus. Wenn die verschiedenen, den Stamm zusammensetzenden, injicirten Bündel sich vom letzteren abtrennen, sieht man sie als gefärbte gröbere oder feinere Fäden nach verschiedenen Richtungen hinstreben. Oft geschieht indessen durch etwaige Berstung der perineuralen Lamellen eine Extravasation der Injectionsflüssigkeit, wobei die perineurale Injection nur wenig oder auch gar nicht weiter fortzieht.

Bei anderen Säugethieren (Ochs, Hund, Katze, Kaninchen u. s. w.) machten wir ebenfalls eine grössere Reihe von Injectionsversuchen nach den oben besprochenen Methoden und wir kamen bei ihnen zu ganz übereinstimmenden Resultaten. Besonders haben wir zahlreiche derartige Versuche bei Hunden und Kaninchen angestellt. Bei letzteren Thieren läuft die Flüssigkeit in den erwähnten Bahnen schon bei leisestem Druck ausserordentlich leicht und

schnell fort. Bei denselben liessen sich auch mit besonders gutem Erfolg Injectionen in feine peripherische Verzweigungen ausführen. In der Fig. 8 der Taf. XVII haben wir bei Loupenvergrösserung eine solche Injection in ein vielfach verzweigtes Nervennetz der Haut des Kaninchens abgebildet. Die feineren Zweige dieses Netzes waren eben solche, die nur einige wenige Nervenfasern enthielten; die injicirte Flüssigkeit verläuft in solchen Zweigen theils rein in den perineuralen Spalträumen, theils auch im subperineuralen Raum. In den feinen Nervenzweigen der Muskeln gelang es uns auch dann und wann die Injectionsflüssigkeit weit nach der Endverbreitung hin, in die nur spärliche Nervenfasern enthaltenden Zweige zu injiciren (Taf. XVII Fig. 9). Unsere Versuche, in dieser Weise die verschiedenen nervösen Endorgane zu füllen, sind indessen bisher nicht gelungen, obwohl die Injection mehrmals weit gegen dieselben hin verlief; durch Berstung der dünnen Perineuralscheide entstand ein Extravasat, welches das gewünschte Resultat vereitelte. Wir glauben aber, dass ein solches Resultat in gewissen Fällen gar nicht unerreichbar ist.

Was stellen nun diese durch die Injection dargelegten Spaltenräume und Bahnen vor, welche Bedeutung haben dieselben für den Bau und das Leben der Nerven? Wir werden versuchen, diese wichtige Frage zu beantworten.

Schon a priori dürfte man wohl annehmen, dass ein physiologisch so bedeutungsvolles Gewebe, wie das der Nerven, für seine Ernährung plasmatischer Bahnen nicht entbehren kann, um so mehr als die Blutgefässe nicht besonders reichlich sind. Nun lässt sich eben von den serösen Räumen des Gehirns und Rückenmarks, theilweise durch die Vermittelung der Cerebrospinalganglien, ein weitläufiges System von Bahnen in allen cerebrospinalen Nervenstämmen und Zweigen bis in die Peripherie hinaus injiciren; diese Bahnen führen durch weite offene Spaltenräume ins Innere der Nervenstämme, um da überall die einzelnen Nervenfasern zu umspülen. Dann ist weiter hervorzuheben, dass durch Stichinjection immer eben ganz dieselben Bahnen sich füllen; nie gelang es uns aber bei unseren äusserst zahlreichen Versuchen Netze zu injiciren, welche den gewöhnlichen Lymphgefässen anderer Organe entsprächen. Wenn also in der That plasmatische Bahnen in den Nerven vorhanden sind, scheint es fast unumgänglich, das beschriebene Spaltensystem für ein Plasmasystem zu halten. Dass letzteres in seiner Anordnung und Gestalt so erheblich von dem gewöhnlichen Lymphgefässsystem des Körpers abweicht, dürfte in der That nicht so sonderbar sein, als es anfangs erscheinen könnte. Erstens besitzen ja die nervösen Centralorgane auch keine wirkliche Lymphgefässe, sondern verschiedenartig gestaltete, weitere oder engere seröse Räume und Saftbahnen; dann findet man ja auch anderswo Gewebsgruppen, welche keine eigentliche Lymphgefässe, sondern nur Saftbahnen aufzuweisen haben. Nach Allem scheint uns deswegen die Annahme nothwendig zu sein, dass in dem beschriebenen, durch die Injection dargelegten Spaltensystem in der That die S a f t b a h n e n d e r N e r v e n vorliegen. Diese Saftbahnen besitzen nun aber, wie die der cerebrospinalen Ganglien, keinen Ablauf direct nach aussen in das allgemeine Lymphgefässsystem des Körpers. Nie sahen wir nämlich wirkliche Lymphgefässe von denselben aus sich füllen. Dagegen haben sie den mehrfach erwähnten Ablauf gegen die serösen Räume der nervösen Centralorgane hin. Für die Fortbewegung der in diesen Saftbahnen befindlichen Säfte gelten nun dieselben Verhältnisse wie für die in den Saftbahnen im Allgemeinen.

Der Bau der sympathischen Ganglien.

Geschichtliches.

In Betreff der frühesten Angaben über die Ganglien des Grenzstrangs verweisen wir auf das im Capitel der cerebrospinalen Ganglien Angeführte (S. 10). Dieselben scheinen sich nämlich ebenso sehr auf jene als auf diese zu beziehen. Auch in späterer Zeit hat man, wie schon hervorgehoben wurde, oft bei der Beschreibung die beiden verschiedenen Gruppen vermischt und nur von Ganglien und Ganglienzellen im Allgemeinen gesprochen. In solchen Fällen haben wir, wie erwähnt, die bezüglichen Angaben an beiden Stellen, bei den cerebrospinalen sowohl wie den sympathischen, der Vollständigkeit wegen angeführt.

Die Ganglien des Sympathicus bestehen nach Ehrenberg[1]) aus Anhäufungen von gegliederten Hirnröhren, welche »mit stärkeren cylindrischen Nervenröhren gemischt sind, die in ein zartes dichtes Blutgefässnetz eingeschlossen sind, zwischen dessen Maschen wieder jene Körnchen erscheinen, die die Retina bedecken und den Hirnnerven-Enden zukommen».

Im Ganglion cervicale superius sympathici fand Lauth[2]) cylindrische und variköse Nervenröhren, aber, wie im Sympathicusstamm, die letzteren in grösserer Anzahl. Zwischen den Röhren sah er »rundliche Massen von einer körnigen Substanz, derjenigen analog, welche in den intervertebralen Ganglien vorhanden ist, und ausserdem eine recht grosse Anzahl von rundlichen Körperchen, denjenigen des Gehirns sehr ähnlich».

Die Eigenthümlichkeit des sympathischen Nervensystems besteht nach Valentin[3]) darin, dass dasselbe fast in seinem ganzen Verlaufe »interstitielle Belegungsformation» (Ganglienkugeln) aufnimmt. Die Kugeln geben vornehmlich zu den Anschwellungen aller sympathischen Knoten Anlass. Diese Kugeln, welche eine äussere, mehr oder weniger feine zellgewebige Hülle besitzen, sind bald rund oder rundlich, bald länglich, bald an einer Seite abgerundet, an der anderen in einen schwanzförmigen Anhang auslaufend. Immer bestehen sie aus einem granulösen Parenchyme, dessen grauröthliche, sehr kleine Körnchen von einem halbweichen, zähen, durchsichtigen, zellgewebeartigen Bindungsstoffe durchzogen werden. In der Mitte oder in der Nähe derselben befindet sich ein runder oder länglichrunder Nucleus, welcher aus einer begrenzenden Linie und einem ganz hellen Inneren besteht. Innerhalb dieses Nucleus, doch ganz in der Circumferenz desselben, befindet sich ein einzelnes, rundliches oder längliches, solides Körperchen. Die Kugeln der Belegungsformation und die Nervenprimitivfasern gehen nirgends in einander über, sondern befinden sich nur in dem gegenseitigen Verhältnisse der Juxtaposition. Letztere bilden innerhalb des Knotens mehr oder weniger verwickelte Plexus.

Nach Purkinje[4]) besitzen im Allgemeinen die gangliösen Körperchen der Ganglien eine theils kuglige, theils rundlich eckige Gestalt, mit oder ohne Fortsätze; die Substanz ist härtlich, durchscheinend und besteht aus freier,

[1]) Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Bd 28, 1833; ferner in Beobachtung einer auffallenden bisher unerkannten Structur des Seelenorgans bei Menschen und Thieren. Berlin 1836.

[2]) L'Institut. Tome II. 1834 (Août).

[3]) Acta Acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. I. (Bei d. Akad. eingeg. Febr. 1836.)

[4]) Bericht über die Versamml. der Gesellsch. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Prag 1837. Prag 1838.

wahrscheinlich nervöser Punktmasse. Die gangliösen Körperchen enthalten einen runden, in eine Hülle eingeschlossenen Kern und haben eigene zellige oder gar fasrige Hüllen.

Nach A. W. Volkmann[1]) bestehen die Ganglien des Froschsympathicus aus Kugeln, Fasern und Zellgewebe. Die Kugeln sind fast ganz rund, selten etwas oval; man bemerkt gewöhnlich am Rande keine doppelte Contour; zwei Mal sah er jedoch Kugeln, welche ihn überzeugten, dass sie aus einer Schale oder Hülse und einem mehr oder weniger flüssigen Inhalt bestehen. Bei stärkerer Vergrösserung erwies sich, dass die Kugeln einen flockigen Stoff, vielleicht gar kleinere Kügelchen enthalten. In den sympathischen Ganglien der Ratte fand er ganz ähnliche Kugeln. An einigen Kugeln des Frosches sah er einen Farbstoff; die gefärbte Seite war rostgelb; der Farbstoff schien aus lauter Pünktchen und überaus feinen Kügelchen zu bestehen. Die Nervenfasern bilden beim Durchtritt durch die Ganglien Bündel; sie scheinen ihr Neurilem nicht zu verlieren. Gegliederte Fasern sah er in denselben nie, ebenso wenig wie Anastomosen und Verästelungen derselben; die Fasern der sympathischen Ganglien schienen schmäler und nicht so dicht liegend zu sein, wie in den Spinalganglien. Die Fasern endigen nie in den Kugeln und treten nicht durch dieselben, sondern ziehen zwischen ihnen hin; es scheint zweifelhaft, ob letztere zum Nervengewebe gerechnet werden dürfen oder nicht. Endlich kommt auch ein lockeres Zellgewebe vor, welches die Kugeln unter einander verbindet und die Zwischenräume ausfüllt; man erkennt es als einen halb häutigen, halb flockigen Stoff in diesen Zwischenräumen. Die Kugeln liegen indessen beim Frosch nicht bloss in den Ganglien, sondern kommen auch in den sympathischen Nervenfäden vor.

Nach Rosenthal[2]) und Purkinje stehen die Ganglienkugeln in den Ganglien in keiner Continuität mit den sympathischen Fasern, sondern sie werden von denselben, wie von den animalen, nur umfasst und von einander getrennt.

Remak[3]), welcher zuerst einen Unterschied zwischen den sympathischen und den cerebrospinalen Ganglienkugeln darin gefunden zu haben glaubte, dass erstere mit doppelten Kernen versehen seien, verwarf diese Ansicht später und meinte, dass kein constanter und wesentlicher Unterschied zwischen ihnen der Structur nach vorhanden sei. Er liess die organischen Nervenfasern von den Ganglienkugeln abgehen; von der Substanz der letzteren laufen nämlich nach ihm theils Bündel aus, welche den Primitivfäden nicht unähnlich sind, deutlich aber aus sehr feinen, nicht röhrenförmigen Fibrillen, in welche sie leicht zerfallen, zusammengesetzt erscheinen und bald in ihrem Verlaufe ähnliche Knötchen und Körperchen zeigen wie die organischen Fasern, in welche sie übergehen; theils gehen von mehreren Stellen der Ganglienkugeln sehr feine Fasern aus, welche oft schon bei ihrem Ursprung mit Knötchen versehen sind und in organischen Fasern sich fortsetzen. Die röhrigen Nervenfasern gehen dagegen in den Ganglien zwischen den Kugeln einfach hindurch, ohne zu ihnen in einem näheren Verhältniss zu stehen; sie sind nur durchgehende und umspinnende Fasern. Die Ganglienkugeln der sympathischen Ganglien tragen beim Kaninchen, besonders bei jüngeren Thieren, zwei getrennte Kerne, sowie in letzteren nicht selten zwei oder drei Kernkörperchen; die Kugeln sind ferner zuweilen durch eine Commissur verbunden. Die sympathischen Ganglien sind als wirkliche Centra des organischen Nervensystems anzusehen.

Schwann[4]) sah an den Ganglienkugeln eine deutliche Zellenmembran; die Kugeln sind nach ihm körnig und enthalten excentrisch ein rundes Bläschen, in dem sich ein oder zwei kleine dunkle Punkte zeigen.

Nach Valentin[5]) ist die Scheide an den Ganglienkugeln mit den von Remak beschriebenen organischen Fasern, welche sonst mit den Ganglienkugeln selbst in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, identisch. Die die Ganglienkugeln rings umgebenden Scheiden bestehen aus vielen über einander gelagerten Lamellen von Fasern; zwei oder mehrere Ganglienkugeln können durch Commissuren mit einander verbunden sein, wobei wahrscheinlich eine Trennung von der Mutterkugel stattfindet.

Henle[6]) beschrieb die Ganglienkugeln als nur selten wirklich kugelige, viel häufiger eiförmige, drei- oder viereckige, prismatische oder anders gestaltete und verschieden grosse Körperchen von weicher und an der Oberfläche körniger Beschaffenheit, sowie in ihrem Inneren ein, bisweilen zwei, wasserhelle Bläschen mit einem bis drei

---

[1]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissensch. Medicin. 1838.

[2]) De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Dissert. inaug. Vratislaviæ 1839. (Nach Anderen angef.).

[3]) Frorieps Notizen 1837 und besonders: Observationes anatomicæ et microscopicæ de systematis nervosi structura. Berolini 1838.

[4]) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinst. in der Structur u. d. Wachsthum d. Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

[5]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1839.

[6]) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

kleinen Gebilden enthaltend. An den Ganglienkugeln finden sich nach ihm zuweilen breite und allmählig zugespitzte Fortsätze, wie Stacheln, von derselben Substanz wie die Kugeln. Die Spitzen sind nicht immer scharf abgegrenzt, sondern oft wie abgerissen; sie sind nicht mit Fragmenten der kernhaltigen (gelatinösen) Fasern zu verwechseln. Oefters sind zwei Kugeln durch eine Commissur verbunden; vielleicht sind die Fortsätze zum Theil abgerissene Commissurfasern. Die Kugeln liegen in eine besondere Hülle eingeschlossen, in welcher kleine, runde Zellenkerne ziemlich regelmässig geordnet sind. In den sympathischen Ganglien stehen die gelatinösen Fasern mit den Ganglienkugeln in besonderer Beziehung; die Fasern eines Bündels breiten sich nämlich trichterförmig aus, um eine Ganglienkugel oder eine Reihe derselben aufzunehmen, treten danach wieder zusammen, um sich alsbald aufs Neue zu entfalten.

Die sympathischen Ganglien enthalten nach Hannover [1]) im Ganzen kleinere Zellen als die spinalen. Sonst scheint seine Beschreibung für beide Arten von Ganglien zu gelten. Die Zellen besitzen also nach ihm eine, aus kleinen Tafeln zusammengesetzte Membran. Auf der Innenfläche dieser Membran sitzen ein oder mehrere, etwas ovale Kerne; bei Säugethieren findet sich im Kern selten mehr als ein Kernkörperchen, bei Fischen sind öfters zwei bis drei vorhanden. Die Gestalt der Ganglienzellen ist gewöhnlich rund oder oval; nur selten findet man schwanzförmige Ausläufer an ihnen. Von den Zellen gehen vegetative Nervenfasern, oft zu mehreren, aus.

Bendz [2]) beschreibt die Zellen der Ganglien im Allgemeinen, der sympathischen sowie der cerebrospinalen, als eine sehr verschiedene Gestalt besitzend; gewöhnlich seien sie rundlich, oft mehr oder weniger länglich, nicht selten mit schmalen zugespitzten Verlängerungen versehen, welche bisweilen in eine Faser übergehen, die die Fortsetzung einer Nervenfaser zu sein scheint. Die Zellen besitzen eine eigene bindegewebige Bekleidung, in welcher mehr oder weniger Kerne sich finden. Er bildet aus dem G. cervic. supremum eines Hundes einige Ganglienzellen ab, an welchen kernhaltige Scheiden und abgehende Faserfortsätze zu sehen sind.

In den visceralen Ganglien der Rochen fand Robin [3]), wie in den Spinalganglien, zwei verschiedene Arten von Ganglienkugeln, nämlich grosse und kleine; jede Kugel hänge mit breiten und schmalen Nervenröhren zusammen, indem diese Röhren constant von zwei entgegengesetzten Polen der Kugeln ausgehen. An den grossen sphärischen Kugeln findet man nur sehr selten eine Schicht von ungefärbten, kernlosen Zellen, welche die Innenfläche ihrer Hülle auskleiden. Die kleinen eiförmigen oder länglichen Kugeln zeigen nicht, wie die der Spinalganglien, eine Schicht von kernhaltigen Zellen; die Oberfläche ihres Inhaltes ist aber mit kleinen Körperchen (oder Kernen?) bedeckt. Die kleinen Kugeln sind besonders oft unregelmässig, ihre Anzahl überwiegt die der grossen um etwa drei Viertel. In den Ganglien findet man ausser den Kugeln, sowie den breiten und schmalen Nervenröhren noch eine dieselben verbindende, amorphe Substanz, welche körnige Kügelchen in wechselnder Anzahl enthält. Alles weist nach Robin darauf hin, dass die beiden verschiedenen Arten von Ganglienkugeln auch bei den übrigen Thieren zu unterscheiden sind.

Nach Rudolph Wagner [4]) haben die Ganglien des Sympathicus einen ähnlichen Bau wie die Spinalganglien. Von jeder Ganglienkugel entspringen zwei Fasern, ganz wie in den letzteren Ganglien. »Diese Untersuchungen führen wieder sehr ab von der Ansicht der Existenz eigner nutritiver d. h. sympathischer Fasern, welche aus den Ganglien als Centralorganen entspringen sollen».

In den Ganglien des Sympathicus (Ganglion gastricum) kommen ferner nach Rudolph Wagner [5]) neben den Primitivfasern von verschiedenem Durchmesser, Knötchenfibrillen und feine Zellgewebsfasern vor. Die Knötchenfibrillen (Remaksche Fasern) sind nicht nervöse Bildungen. Ausserdem wird das Ganglion noch zum grossen Theile zusammengesetzt aus einer Schicht von blassen Körnern, welche den Character von Zellenkernen haben. Diese sind zusammen mit den Primitivfasern und Zellgewebsfasern eingebettet in ein sehr feinkörniges Lager einer amorphen Substanz, welche aus höchst feinen Molekeln besteht. Von den Ganglienzellen, deren jede einzelne von einer Lage von Knötchenfibrillen umgeben erscheint, entspringen an den beiden Polen Primitivfasern, die bisweilen eine grössere Strecke zu verfolgen sind. Die kleinen Ganglienzellen sind vorherrschend.

---

[1]) Mikroskopiske Undersögelser af Nervesystemet. Kjöbenhavn 1842.

[2]) Haandbog i den almindelige Anatomie, med særligt Hensyn til Mennesket og Huusdyrene. Kjöbenhavn 1846—47.

[3]) Procès-verbaux de la Société philomatique de Paris, séance du 22 Mai 1847.

[4]) Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Supplement zu den Icones physiologicæ. Leipzig 1847.

[5]) Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd III. Abth. 1. Braunschweig 1846 ff.

Bidder [1]) suchte das Verhältniss der dünnen oder sympathischen Nervenfasern zu den Ganglienkugeln zu erforschen. Es gelang ihm aber in den eigentlichen sympathischen Ganglien weder beim Hecht noch bei anderen Fischen diese Frage zu beantworten. Dann untersuchte er die dem Trigeminus und Vagus angehörigen Ganglien, welche nach seiner Ansicht eben Quellen einer sehr bedeutenden Menge sympathischer Nervenfasern sind. Hier meint er, die fraglichen Verhältnisse wenigstens theilweise aufgeklärt zu haben. Entweder gehen die sympathischen Nervenröhren von den beiden Polen der erweiterten Stelle aus, liegen also einander gerade gegenüber, oder aber sie münden nahe neben einander an dem seitlichen Umfange der Höhle in diese aus; in letzterem Falle erscheint es oft, als ob nur Eine Faser entspringe. Die beiden Fasern waren zuweilen in der Breite auffallend verschieden, so dass dann die eine als sympathische, die andere als animale Faser betrachtet werden konnte. Bei anderen Thieren, namentlich bei Fröschen, Katzen und Kälbern, erhielt er mitunter Präparate, welche eine übereinstimmende Deutung gestatteten.

In den sympathischen Ganglien der Reptilien, Vögel und Säugethiere unterschied Robin [2]) dieselben zwei Arten bipolarer Ganglienkugeln, grosser und kleiner, wie er sie bei den Fischen gefunden hatte. Beide Arten seien an ihren zwei entgegengesetzten Enden mit zwei Nervenröhren, die grossen Kugeln mit breiten, die kleinen aber mit schmalen Röhren, verbunden. Die kleinen Kugeln und die schmalen Röhren sind im Sympathicus in überwiegender Anzahl vorhanden.

In seiner Darstellung der Herznerven des Frosches hebt C. Ludwig [3]) hervor, dass jeder Stamm und jedes Aestchen von einer durchsichtigen, structurlosen Scheide umschlossen ist, in der sich jedoch öfters Kernbildungen zeigen. Die Primitivröhren haben eine grosse Neigung varikös zu werden. Neben den Stämmen liegen Ganglienmassen in verschiedener Anordnung. Das Verhältniss der Nervenröhren zu den Ganglienkugeln ist verschiedenartig. Sehr häufig erscheinen Ganglienkugeln mit Fortsätzen aus der Umhüllungszelle, die deutlich Nervenröhren werden. Die bei weitem meisten dieser Kugeln zeigen nur einen Fortsatz. Das Mikroskop giebt keine Entscheidung, ob der entgegengesetzte Fortsatz abgerissen ist oder ursprünglich nicht vorhanden war. Ebenso häufig sieht man keinen Zusammenhang der Ganglienkugel mit dem Primitivrohr. Die interessanten Fragen über die Herkunft der Herznerven, das Gebiet jeder Faser und ihr Verhältniss zu den Ganglienzellen, sind nach Ludwig mit dem Mikroskope allein und den zugehörigen Messinstrumenten unlösbar.

Nach Lieberkuehn [4]) besitzen die sympathischen Ganglienzellen (des Frosches) eine Scheide, in welcher man weder Zellen noch Fasern sieht, und deren Structur noch nicht erkannt ist; sie geht in die Scheide der Nervenfasern über. Die Zellen besitzen Ausläufer, die das Aussehen von Nervenfasern haben, die aber leicht abgerissen werden; man findet jedoch nicht selten einen solchen, zuweilen sogar zwei entgegengesetzt ausgehende. Zuweilen konnte Lieberkuehn die Nervenfaser bis zu dem Kern verfolgen; in einzelnen Fällen schien eine Faser aus dem Kern, eine andere aus der Zelle selbst auszugehen. In noch anderen Fällen endigte die Faser in dem Kern und ihr Axencylinder setzte sich zum Kernkörperchen fort. Die Nervenfasern können in folgender Weise sich zu den Ganglienzellen verhalten. Entweder geht der vorhandene Axencylinder in das Kernkörperchen über, oder er läuft durch letzteres, oder es finden sich zwei Kernkörperchen, durch welche die Axencylinder gehen, oder es tritt auch von der einen Seite der Zelle ein Axencylinder in das Kernkörperchen, während von der anderen die Nervenfaser in den Kern übergeht, oder endlich es dringt ein Axencylinder in das Kernkörperchen und von der anderen Seite eine Nervenfaser in die Zelle selbst, deren Axencylinder sich zum Kernkörperchen fortsetzt.

Stannius [5]) sah bei Fischen in einem »sicher sympathischen» Ganglion Ganglienkörper mit zwei Schenkeln oder Polen; zwei feine Nervenröhren bildeten nämlich einen Bogen, dessen Spitze durch einen sie verbindenden Ganglienkörper bezeichnet wurde; letzterer wurde, gleich einer ziemlich weiten Strecke der beiden Nervenpole, von einer Bindegewebshülle umschlossen, aus deren zugespitztem Ende jene beiden Röhren hervortreten, die dann oft in dem austretenden Nerven die gleiche, und zwar eine anscheinend peripherische, Richtung behaupteten. Sonst findet man nach Stannius unipolare und apolare Ganglienkörper auch in den Ganglien des Sympathicus; er erklärte aber das Vorkommen jener »vorläufig noch für nicht zweifellos».

---

[1]) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847.

[2]) Procès-verbaux de la Société philomatique de Paris, séance du 15 Janvier 1848.

[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1848.

[4]) De structura gangliorum penitiori. Berolini 1849.

[5]) Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht. Rostock 1849.

Nach Kölliker [1]) stimmen bei den Säugethieren und beim Menschen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie fast keine bipolare Zellen enthalten, sie weichen jedoch darin von einander ab, dass letztere durchschnittlich kleiner sind, sowie dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden und die entspringenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen. Sonst ist der Bau der Ganglien im Allgemeinen der der Spinalganglien. Ein jedes sympathische Ganglion besteht nämlich theils aus durchtretenden, theils aus feinen, im Ganglion entspringenden Nervenfasern und endlich aus vielen Ganglienzellen.

In den sympathischen Grenzganglien beschrieb Remak [2]) »gangliöse Körner», welche theils abgesonderte Ansammlungen bilden, theils sich an der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln finden und zwar an den Abgangsstellen der feinen gangliösen Axenschläuche, die hier in grosser Anzahl, bis zu fünfzig und darüber, von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen, um die Bündel der gangliösen Fasern zu bilden. Ausser den feinen gangliösen Ausläufern sieht man noch breitere, nicht gangliöse, die vielleicht in dunkelrandige Fasern übergehen.

Axmann [3]), der zuerst einen Unterschied im Bau der cerebrospinalen und sympathischen Ganglien zu finden glaubte, sah aber später keine solche Verschiedenheit. Auch die sympathischen Ganglien bestehen aus Ganglienkugeln und Nervenprimitivröhren, welche nebst den Blutgefässen durch ein Netzwerk von Zellgewebsfasern, Stroma, und einer ebenfalls aus Zellgewebsfasern bestehenden Scheide, Vagina, zusammengehalten werden. Die Ganglienkugeln sind gewöhnlich oval und etwas plattgedrückt; sie bestehen aus einer in der Regel structurlosen, zuweilen mit kleinen platten Kernen versehenen Membran, einer markigen Masse und einer excentrischen, hellen Scheibe. Die Ganglienkugeln sind oft ohne alle, häufig mit einem, seltener mit zwei (nie aber mit mehr) in Nervenprimitivröhren auslaufenden Fortsätzen versehen. Die Membran der Ganglienkugel geht in die Scheide der Nervenröhre, der markige Inhalt der Kugel in den der Nervenröhre und die helle Scheibe in den Axencylinder über.

Die Nervenzellen der sympathischen Ganglien sind nach Gerlach [4]) entweder apolar, unipolar, oder seltener, bei den Säugethieren wenigstens, bipolar. Das Stroma hat hier eine bedeutendere Entwickelung bekommen.

In den sympathischen Ganglien sind nach Remak [5]) multipolare Ganglienzellen vorhanden. Die Scheide der letzteren besteht aus einer weichen Zellenschicht und einer festen Membran. Die Zahl der Fortsätze schwankt zwischen drei und zwölf; sie theilen sich und haben die Eigenschaften der Axencylinder. Mittelst ihrer Fortsätze gehen auch diese Ganglienzellen in Axencylinder dunkelrandiger Nervenfasern über, namentlich derjenigen, welche aus den Spinalnerven in die Grenzganglien gelangen. Sämmtliche eintretende spinale Fasern gehen sogar nach einander in multipolare Ganglienzellen über. Neben den multipolaren Zellen bemerkt man auch, bei Säugethieren und Plagiostomen, bipolare, ebenso wie unipolare; die Fortsätze verästeln sich bald in viele Fasern.

Leydig [6]) führt an, dass die Nervenknoten des Sympathicus vorzugsweise multipolare Ganglienzellen besitzen, deren Fortsätze in Nervenfasern übergehen.

Max Schultze [7]), der keine eigentliche Zellenmembran an den Ganglienzellen anerkannte, beschrieb an den sympathischen Zellen eine besondere Scheide, die er dann, als eine Fortsetzung der Schwannschen Scheide oder »Neurolemma» der Nervenfasern darstellend, »Neurolemma» nannte.

In den Ganglien des Sympathicus erscheinen nach Frey [8]) die Ganglienzellen in der Regel etwas kleiner. Die Zellen sind theils apolar, theils unipolar, theils bipolar, und endlich auch multipolar.

Auch für die Ganglienzellen der sympathischen Ganglien giebt Hensen [9]) an, dass er an vielen im Protoplasma einen deutlichen, häufig scharf begrenzten Zellenraum mit klarem Inhalt erkannt habe, in welchem der Kern liegt, der durch Fäden mit der Wand in Verbindung zu stehen scheint.

---

1) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Erste Hälfte. Leipzig 1850.
2) Monatsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Berlin, Mai 1853.
3) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Physiologie des Ganglien-Nervensystems des Menschen und der Wirbelthiere. Berlin 1853.
4) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Zweite Auflage. Mainz 1854.
5) Monatsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Berlin 1854.
6) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.
7) Observationes de retinæ structura penitiori. Bonnæ 1859.
8) Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig 1859.
9) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd 11. 1862.

J. Arnold fand bei seinen Untersuchungen über die Structur der Lungen des Frosches [1]) die den Nerven derselben anliegenden gangliösen Bildungen in folgender Weise gebaut. Jeder einzelne Körper besitzt die Glockenform, mit einer unteren weiten fast kreisrunden, zuweilen mehr ovalen Zugangsöffnung. Die Glocke ist umgeben von einer ziemlich dicken, aber vollständig homogenen Bindegewebshülle mit länglichen Kernen, welche durch Längsfäden unter sich verbunden sind. In die rundliche Zugangsöffnung tritt regelmässig eine schmale dunkelrandige Nervenfaser, die sich in seltenen Fällen auf diesem Wege wieder theilt; der Verlauf der Faser ist nur bis in die Hälfte der Glocke zu verfolgen; von da an verschwindet sie in dem feinkörnigen Inhalte. Ebenso unklar, wie die Endigungsweise dieser Faser, ist der Ursprung der sehr schmalen Fasern, welche regelmässig aus der Glocke austreten, spiralig um die eintretende Faser sich winden und dann in dem Nervenstamme sich verlieren. In einzelnen Fällen war kein Spiralfaden zu sehen. Er nennt diese Körper »gangliöse Glockenapparate». Da die eintretende Faser dunkelrandig, die austretende spiralige aber blass ist, vermuthet Arnold, dass die Glocken Gebilde sind, welche den Ursprung sympathischer Fasern aus schmalen dunkelrandigen Nerven vermitteln, dass aber vielleicht auch überdies den Glocken eigenthümliche Leistungen in der Leitung des Nervenagens zukommen. In einem, derselben Abhandlung beigefügten »Nachtrage» hebt Arnold hervor, dass er bei fortgesetzten Untersuchungen gefunden habe, dass die in diese Gebilde eintretende Axenfaser des dunkelrandigen Nerven mit einer knopfförmigen Anschwellung endigt. Bleibt die Faser einfach, so findet sich nur eine solche terminale Bildung; spaltet sich die Faser nach ihrem Eintreten in zwei Fäden, so trägt jeder dieser eine solche Anschwellung. Arnold untersuchte dann die unipolaren Ganglienzellen sowohl des Grenzstranges als der Nervenstämme im Vorhofsseptum des Frosches und fand bei ihnen dieselbe Einrichtung. Auch hier sind die Glocken von einer lichten, schmale Kerne tragenden Scheide umgeben, welche als Fortsetzung der Scheide der zutretenden Nerven sich darstellt. Zwischen Scheide und Axencylinder des letzteren findet sich eine lichte, homogene Substanz, in der sehr häufig eine Spiralfaser angedeutet oder scharf ausgeprägt zu erkennen ist. Die Differenzen (bezüglich der Glocken in den Lungen) betreffen nur die Form und Grösse. Im Grenzstrang finden sich nämlich sehr viele grosse, vorwiegend rundliche Gebilde. Wie stimmen nun, fragt Arnold, diese Angaben mit der gewöhnlichen Anschauung über den Bau der unipolaren Ganglienzellen? »Sorgfältige Prüfungen», sagt er, »zeigten mir, dass die Rindensubstanz dem Gehäuse der Glocke, der bläschenförmige Kern der Höhlung in dieser entspricht, während das Kernkörperchen durch das knopfförmige Ende oder den optischen Querschnitt der Achsenfaser vorgetäuscht wird».

Beale [2]) fand bei seinen Untersuchungen der Ganglienzellen des Froschsympathicus, dass in gewissen Ganglien grosse birnenförmige Zellen vorkommen, von deren unterem Theil zwei Fasern ausgehen, nämlich eine gerade, welche mit dem mittleren Theil des Zellenkörpers zusammenhängt, und eine oder mehrere Fasern, die mit der äusseren Zellenpartie verbunden sind und sich spiralig um die gerade Faser winden. Diese Fasern können nicht bis zu dem Kern der Zelle verfolgt werden. Dagegen finden sich Kerne in Verbindung mit beiden Fasern. Die mit der Spiralfaser verbundenen Kerne sind von verschiedener Anzahl. Manche derselben sind in die Substanz eingebettet, aus welcher die Zelle besteht; die meisten liegen aber nahe an der Oberfläche; sie sind oft quergestellt. In der Regel ist die gerade Faser dicker als die spiraligen, welche oft sehr dünn sind; Ausnahmen kommen jedoch vor. Beide Faserarten verbinden sich sowohl mit doppelrandigen Nervenfasern wie mit blassen. In verschiedenen Fällen sah er also die Spiralfaser in eine doppelrandige übergehen, welche breiter sein kann, als die von der geraden Faser stammenden. In anderen Fällen hängt die gerade Faser mit einer doppelrandigen, die Spiralfasern dagegen mit feinen Nervenfasern zusammen. In noch anderen Fällen gehen beide Faserarten in feine Nervenfasern über. Die gerade und die spiraligen Fasern trennen sich bald und verlaufen in verschiedenen Richtungen. Ganglienzellen zeigen verschiedene Charactere je nach ihrem Alter; in den jüngsten Zellen haben ihre Ausläufer nicht spiraligen Verlauf. Ganglienzellen entstehen nach Beale auf dreifache Weise: entweder aus einer körnigen Masse, ähnlich derjenigen, aus welcher alle Gewebe sich bilden; oder durch Theilung einer Masse, die einer einfachen aber noch nicht fertigen Ganglienzelle entspricht, oder endlich durch Veränderungen, die in dem Theil vor sich gehen, welcher der Kern der Nervenfasern zu sein scheint. — Nach Beale kommen überhaupt apolare und unipolare Nervenzellen nicht vor; alle solche Zellen haben wenigstens zwei Ausläufer.

Nach W. Krause [3]) gehört die Bealesche Spiralfaser »ebenso sehr in das Bereich der elastischen Fasern, Falten des Neurilems etc., wie seine und Ciaccios blasse Nervenfasern».

[1]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 28. 1863.
[2]) Philosophical Transactions of the Royal Society of London f. the year 1863. Vol. 153, Part. II.
[3]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3te Reihe. Bd. XXIII. Heft. 1 u. 2. 1864.

Klebs [1]) beschrieb Theilungsbilder der Ganglienzellen bei erwachsenen Fröschen. Selten findet man zwei Kerne in einer solchen Zelle. Dagegen sah er nun grosse Ganglienzellen, deren Substanz durch einen Spalt ganz oder doch theilweise in zwei Hälften getheilt war, deren jeder ein Kern angehörte. Es schien ihm indessen hierbei, als ob durch enge Aneinanderlegung eine mehr oder weniger vollständige Verschmelzung von Ganglienzellen stattfinden könne. Es kommen Ganglienzellen in Stämmen vor, welche nur aus blassen Fibrillen gebildet werden; dieselben sind also wichtige Beweise der nervösen Natur dieser Gewebstheile.

In seiner späteren Abhandlung beschrieb J. Arnold [2]) die Ganglienzellen des Sympathicus beim Frosch in folgender Weise. Der Form nach sind sie bald mehr rundlich, bald mehr oval, bald mehr eckig. Auch die Grösse variirt ziemlich bedeutend. An den Zellen findet sich eine ihnen bald mehr, bald weniger dicht anliegende, bald kernhaltige, bald kernlose, homogene, dünnere oder dickere Scheide, welche als Fortsetzung des »Neurilemmas« der zutretenden Nervenfaser aufzufassen ist. Ausser dieser Scheide findet sich an den mehr isolirt liegenden Zellen ein bindegewebiger Ueberzug, eine Fortsetzung des »Perineurium«, welcher in den Ganglien zu einem vollständigen Fächerwerk sich gestaltet. Innerhalb dieser Scheiden giebt es an den Zellen keine Membranbildung. Der Axencylinder der zu einer Ganglienzelle des Sympathicus tretenden Nervenfaser durchsetzt deren Substanz und endigt in dem Kernkörperchen, was bei gewissen Lagerungsweisen der Zellen ganz deutlich zur Beobachtung kommt; wenn zwei solche Körperchen vorhanden sind, findet man eine entsprechende Theilung des Axencylinders. Vom Kernkörperchen gehen 2—5 Fäden aus, welche die Substanz des Kernes scharf contourirt durchsetzen und nicht als Gerinnungsproducte aufzufassen sind. Die Substanz der Ganglienzellen ist aus einer theils homogenen, theils feinkörnigen Grundsubstanz und einem System von feinen, in diese eingebetteten Fadenbildungen zusammengesetzt, welche sich netzförmig verbinden und nach der einen Seite mit den Fortsätzen des Kernkörperchens und deren Theilungsästen in Zusammenhang stehen. Wahrscheinlich ist eine Beziehung zwischen dem Mark des Nerven und der Kernsubstanz vorhanden. Die Rindensubstanz der Ganglienzellen ist als eine eigenthümliche Belegungsmasse zu bezeichnen. Die Spiralfaser ist eine marklose, nur aus dem Axencylinder bestehende Bildung. Indem sie sich der Rindensubstanz nähert, theilt sie sich, im Anfang noch ziemlich starke Fäden aussendend, welche häufig die Zelle spiralig umwinden; in ihrem Verlauf zerfallen die Aestchen dann wieder durch Theilung in feinere Bildungen, welche mehr netzförmig angeordnet sind, so dass die spiraligen Zeichnungen sich sehr bald verlieren. Vor dem Ganglienkörper liegt somit ein Convolut von feinen Fadenbildungen, welche dann in die Zellensubstanz sich einsenken, zum Theil auch auf deren Oberfläche verlaufen. Diese Fadenbildungen treten nun mit den erwähnten Fäden der Ganglienzellensubstanz in Verbindung. Es stellt sich also die sehr wichtige Thatsache heraus, dass sich die Spiralfaser in ihrem Axencylinder aus feinen Fäden zusammensetzt und zwar aus Fäden, welche durch die Belegungsmasse der Ganglienzelle mit den Fortsätzen des Kernkörperchens, in welchem der Axencylinder der zutretenden Nervenfaser endigt, in Verbindung stehen. Apolare Ganglienzellen konnte Arnold nie finden. Die Ganglienzellen des Sympathicus des Frosches haben also einen höchst complicirten Bau: »einmal tritt in sie eine schmale dunkelrandige Nervenfaser, welche in dem Kernkörperchen endigt; von diesem gehen wieder Fortsätze aus, welche sich theilen und mit einem Fadennetz in der Belegungsmasse in Verbindung stehen, aus welchem letzteren sich die Spiralfaser zusammensetzt, um dann in entgegengesetzter Richtung wie die zutretende Faser weiter zu verlaufen«. Eigentlich sind nach Arnold die Ganglienkugeln keine Zellen; er behält aber für sie diesen Namen und lässt den der »Glocken« nunmehr fallen. Arnold betont, dass seiner Beschreibung keine durch die angewandten Methoden entstandene Kunstproducte, Gerinnungen u. s. w. zu Grunde liegen können. Betreffs der Fadenbildungen in der Rindensubstanz hat man es also nicht mit Producten der Präparation (etwa durch Chromsäure entstandenen — sie sind auch nach der von ihm vielfach angewandten Behandlung mit verdünnter Essigsäure zu sehen) oder einer optischen Täuschung zu thun; in der Hülle liegen diese Fadenbildungen ebenfalls nicht, da sie auch an den ihrer Hülle beraubten Zellen deutlich zu finden sind.

Nach Courvoisiers ersten Untersuchungen [3]) stehen die sympathischen Zellen der Wirbelthiere entweder bloss an einem Pol (»Holopol«) — so beim Frosch — oder an mehr als zweien — so bei den übrigen Wirbelthieren — in Verbindung mit je zwei Fasern, deren eine (»die gerade«) nach Verlust oder Verringerung ihrer Fettscheide die Zellensubstanz sofort durchsetzt und im Nucleus endet, während die andere (»die spiralige«) mit dem Nucleolus durch ein »Fadennetz« sich in Zusammenhang setzt. An anderen Stellen (»Hemipolen«) entspringen auch aus dem »Fadennetz«

[1]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 32. 1865.
[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 32. 1865.
[3]) Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd II. 1866.

Fasern (»Commissurenfäden»), welche die Zellen mit anderen sympathischen Zellen verbinden. Die »geraden Fasern» der sympathischen Zellen sind cerebrospinal, d. h. sie entstammen den Zellen des Rückenmarks, der Spinal- und Gehirnnervenganglien. Die »Spiralfasern» und »Commissurenfäden» sind echt sympathisch und treten aus den Zellen des Sympathicus aus, um entweder Visceraläste des letzteren, oder Spinalnerven zu verstärken oder endlich ins Gehirn oder Rückenmark zu gehen. Von Nervenfasern fand Courvoisier im Sympathicus drei Arten von sogenannten marklosen. Die der ersten Art stimmen ganz mit den anfangs bandartigen bald aber fadenförmig und varikös werdenden Remakschen überein; sie begleiten, oft so fein, dass man nur ihre Knoten (Kerne) noch gut wahrnimmt, die breiten oder schmalen dunkelrandigen Röhren, sind aber auch oft zu 2—6 und mehr in einem Perineurium eingeschlossen mit einer oder zwei markhaltigen. Die zweite Art besteht aus solchen Fasern, welche dunkelrandige Röhren mit Zellen verbinden. Die dritte Art entspricht den eben erwähnten Commissurenfäden Courv. Dann kommen nach ihm im Sympathicus zahlreiche »Uebergangsfasern» vor, welche folgender Massen beschaffen sind: »Man glaubt anfangs eine durchweg »breite» Röhre vor sich zu haben, ist aber erstaunt, sie bei weiterer Verfolgung sich allmählich verjüngen, dabei ihre Doppelcontour entweder beibehalten oder bei gar zu grosser Feinheit endlich verlieren zu sehen. Geht man ihr noch weiter nach, so zeigt sich vielleicht, dass sie bald wieder anschwillt und zu ihrer frühern Dicke zurückkehrt.» Er hebt hervor, dass er mit diesen Fasern nicht Uebergänge »markhaltiger» in »marklose» meint. Betreffs der Hüllen der Nervenelemente im Sympathicus und des Bindegewebes in dessen Ganglien stellt er folgende Ansichten auf: Nie findet man an den Zellen eine doppelte »bindegewebige» Umhüllung (eine vom Neurilema und eine vom Perineurium), wohl aber ein »Fächerwerk» als ein die Ganglien durchsetzendes, offenbar bindegewebiges »Stroma». Dies Stroma umgiebt unmittelbar die im Uebrigen nackten Zellen und bildet so deren Scheiden — eben die Scheiden, welche alle Autoren als äussere oder bindegewebige anführen. Dies Fächerwerk bezeichnet man am besten als Perineurium. Die Fasern des Sympathicus ahmen in Betreff der Hüllen vollkommen die Zellen nach. Es geht das Zellenperineurium unmittelbar auf die Fasern über. Und wie sich häufig mehrere Zellen in eine gemeinschaftliche Scheide eingeschlossen finden, so beherbergt oft ein Bindegewebsrohr mehrere Fasern. Der ganze Grenzstrang hat einen, aus einem Stück bestehenden bindegewebigen Ueberzug, die »Vagina», innerhalb dessen und von welchem fast gänzlich getrennt die nervösen und auch bindegewebige Theile desselben liegen. Diese Vagina kann man am besten der Pia mater (und der Dura mater?) vergleichen. Sie ist ziemlich leicht von den Ganglien und Nerven abzuschälen, ist aber durch gewisse Brücken (Nervenfasern und Gefässe — bindegewebige Verbindungen sind aber fraglich) mit denselben in Zusammenhang gesetzt. Sehr verschieden von der Vagina ist nun das die Ganglien und Nervenäste durchsetzende Bindegewebe, welches in diesen eben das Fächerwerk oder Stroma bildet. In seine Kammern und Räume sind Zellen und Fasern, im Uebrigen nackt, eingebettet; es ist enorm kernreich, daneben stark fibrillär gestreift, scheint aber der Netzbildungen gänzlich zu entbehren. Man kann es in einen intra- und in einen circumganglionären Theil theilen, welche aber beide durchaus in natura nicht getrennt sind.

Guye [1]) konnte zwar an den Zellen des Sympathicus des Frosches nicht den Uebergang des Axencylinders (der geraden Faser) in das Kernkörperchen wahrnehmen; wohl aber gelang ihm dies an manchen Präparaten beim Kaninchen, bei welchem die Zellen zweikernig und bipolar sind; an einzelnen dieser Zellen konnte er nun ganz deutlich die beiden geraden Fasern in die zwei Kerne übergehen sehen.

Bei den sympathischen Ganglien sind nach Polaillon [2]) die kleinen Ganglienkugeln an Zahl überwiegend. Sie liegen nicht dicht gedrängt, sondern sind von einander getrennt, theils durch die sympathischen und einige breitere Nervenröhren, theils durch Remaksche Fasern, theils durch die amorphe, von Kernen durchsetzte Substanz und endlich durch eine grosse Menge von bindegewebigen Elementen, welche innere, Blutgefässe führende Scheidewände bilden. Es findet sich an den Ganglien kein Perineurium, nur ein Neurilem. Betreffs der Structur der Ganglienkugeln, ihrer Ausläufer und ihrer Hüllen verweisen wir auf die geschichtliche Darstellung bei den Spinalganglien.

Sander [3]) trat, auf Untersuchungen über den Sympathicus des Frosches gestützt, gegen die Lehre von der nervösen Beschaffenheit der Spiralfaser sowie gegen das Vorhandensein des Netzes, aus welchem sie hervorgehe, auf. Letzteres sei durch eine in der Substanz des Ganglienkörpers durch Druck entstandene Zerklüftung, zum Theil vielleicht auch durch eine innerhalb der Kapsel stets von ihm gesehene kernlose, doppelt contourirte Hülle hervorgerufen. Die nervöse Natur der Spiralfasern ist ihm aus folgenden Gründen mehr als zweifelhaft geblieben:

---

[1]) Centralblatt für die medicin. Wissenschaften. 1866. N:o 56.

[2]) Journal de l'Anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 3:me année. 1866.

[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1866.

an frischen, unverletzt untersuchten Ganglien sieht man sie nie; auch an Ganglien, die mit verdünnten Säuren macerirt worden sind, findet man sie keineswegs immer; sie fehlen sogar, namentlich an den kleineren, häufiger als sie vorhanden sind; der Nachweis ihres Ueberganges in unzweifelhafte, doppelt contourirte Nervenfasern ist ihm niemals geglückt. Er ist »zu der Ueberzeugung gekommen, dass es sich um Risse und Falten einer Scheide handelt, die nur darum jetzt erst sichtbar wird, weil die äussere Scheide, die früher der Nervenfaser dichter anlag, durch die Einwirkung der verdünnten Säuren aufgequollen ist.» Der Lehre BEALES von der Entwickelung der Ganglien konnte SANDER sich nicht anschliessen; nie sah er etwas, das für ihre Entstehung aus Nervenkernen spräche; ebenso wenig glaubt er an eine Theilung der Ganglienkörper selbst. Apolare Ganglienkörper gäbe es im Sympathicus des Frosches entschieden nicht.

Nach KOLLMANN und ARNSTEIN [1]) kommt die multipolare Zellenform in den sympathischen Ganglien des Menschen und der Säugethiere ausnahmslos und allein vor; beim neugeborenen und noch besser beim frühgeborenen Kinde, wo das Bindegewebe der Ganglien nicht so derb wie beim Erwachsenen ist, lässt sich dieser Satz beweisen. Apolare Zellen kamen ihnen nie zur Anschauung, die nicht Spuren eines künstlich gemachten Fortsatzmangels zeigten. Beim Frosch sind die sympathischen Zellen bipolar oder multipolar. Bipolare, mit nach zwei Richtungen abgehenden Fortsätzen versehene Zellen kommen hier vor; bei den meisten sind die Fortsätze in dem gemeinsamen Stiel enthalten; der eine ist breiter und verläuft gerade, der andere umwindet ihn in meistens engen oder weiten Spiraltouren; oft verlaufen sie aber auch parallel neben einander; der Unterschied der Breite ist jedoch constant; der breite Fortsatz umgiebt sich früher mit Nervenmark als der schmälere. Ferner hängt der breite Fortsatz (der Axencylinder) mit dem Kern und dem Kernkörperchen zusammen, d. h. er endigt in dem Innern des Kerns, knopfförmig angeschwollen, und bildet so das Kernkörperchen. Der Weg des Axencylinders zu seinem Ende im Kern ist in den meisten Fällen gerade; manchmal verfolgt er aber auch eine halbe Schraubentour. Vom Kernkörperchen gehen übrigens (bis zu drei) blasse starre Fortsätze aus, die sich bis über die Peripherie des Kerns hinaus erstrecken, dann aber in dem körnigen Protoplasma ohne vorhergehende Theilung unsichtbar werden. Deutlicher ist die Existenz eines »Fadennetzes», aus dem sich die Spiralfaser entwickelt. In manchen Fällen sieht man aus der Tiefe des Protoplasma feine Fäden hervorkommen, welche gegen den Stiel der Ganglienzellen zusammenlaufen und sich in eine Faser vereinigen. In einem Falle zeigten sich sogar diese zarten Fibrillen in isolirtem Zustande. Ob diese Art der Entstehung der Fortsätze ausschliesslich und überall vorkommt, wurde nicht völlig klar, jedenfalls kommen manche Fortsätze aus dem unteren Theil der Zellen auf andere Art hervor. Es giebt nämlich Ganglienkörper, welche in ihrem unteren Theil eine moleculäre Masse mit Kernen enthalten, die von dem eigentlichen Protoplasma der Ganglienzellen zu trennen ist. Der Inhalt derselben zerfällt in zwei Abtheilungen, eine obere und eine untere; die Structur der letzteren ist noch wenig aufgeklärt. KOLLMANN und ARNSTEIN glauben dort mit BEALE die Kreistouren der umspinnenden Fasern zu erkennen, die mit ovalen, querliegenden Kernen besetzt, körnig und breit sind. Die Entstehung der Spiralfasern wäre demnach eine doppelte: aus feinen Fibrillen und aus der allmähligen Verdichtung eines breiten, weichen, Kerne enthaltenden Bandes, das den untern Theil der birnförmigen Hülle ausfüllt. Die Hülle, welche die Ganglienzellen des Sympathicus des Frosches umgiebt, ist nach KOLLMANN und ARNSTEIN kernhaltig und von verschiedener Dicke; frisch ist sie sogar oft kaum nachweisbar. Sie setzt sich ohne Unterbrechung auf den engen Stiel fort, oder die bindegewebige Membran des Stiels wird zur Umhüllung der Nervenkugel.

In den sympathischen Ganglien vom Menschen, Hunde und Kaninchen sah FRAENTZEL [2]) an den Ganglienzellen dieselben Bilder von dem unregelmässig polygonalen, grosskernigen, einschichtigen, die Ganglienzellenkapseln inwendig auskleidenden Plattenepithel, wie die von ihm aus spinalen Ganglien erhaltenen, und dies sowohl an frischen als an versilberten Präparaten.

Betreffs der Ganglienkörper des Sympathicus des Frosches gab J. ARNOLD [3]) nach wiederholter Untersuchung noch eine eingehendere Darstellung. An den Hüllen vieler dieser Ganglienkörper fand er ganz dieselbe Zusammensetzung wie die von ihm bei den Körpern des Ganglion Gasseri dargelegte. Sie bestehen nämlich aus hellen Feldern, welche von dunkelen, netzförmig verbundenen Linien eingesäumt sind. Vorwiegend aus Zellen zusammengesetzte Hüllen sah er nicht, wohl aber in einigen Feldern rundliche Kerne, die als Reste derselben gedeutet

[1]) Zeitschrift für Biologie. Bd II. 1866.

[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 38. 1867.

[3]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 41. 1867.

werden könnten. An einigen, namentlich kleineren, fand er keine Fäden in der Hülle; sie erschien vielmehr vollkommen homogen. Nach diesen Befunden darf man nach Arnold wohl annehmen, dass auch die Hüllen der Ganglienkörper des Sympathicus aus Zellen sich aufbauen, die zu einer homogenen Membran verschmelzen, in der als Andeutung ihrer früher zelligen Structur theils Kernbildungen, theils ein Netz von anastomosirenden dunklen Linien (Fäden) zurückbleibt, während eigentlich zellige Bestandtheile an den ausgebildeten Hüllen vollständig mangeln. Ganz ebenso wie die Kapseln verhalten sich auch die Scheiden der zutretenden Nervenfasern; auch in ihnen finden sich Netze von Fäden und Kernbildungen. Betreffs der Ganglienkörper selbst hält Arnold seine früheren Angaben über die Structur derselben aufrecht und sucht sie durch neue Thatsachen zu bestätigen. Bei der Untersuchung ganz frischer, ihrer Hülle beraubter Ganglienkörper stellt sich das Kernkörperchen als rundes glänzendes Korn dar, das fast immer einen, zuweilen mehrere Flecke besitzt. Von dem Kernkörperchen gehen feine matte Fäden aus, die bei Zusatz sehr verdünnter Essigsäure als sehr deutliche, scharf contourirte Fäden sich erkennen lassen. Dieselben durchsetzen radiär die Kernsubstanz, treten in die Belegungsmasse ein und lassen sich in dieser noch ziemlich weit gegen die Basis des Ganglienkörpers verfolgen. Die Belegungsmasse besitzt an ganz frischen hüllenlosen Körpern eine körnig-fibrilläre Structur. Diese Zeichnung steht gegen den Kern hin mit einzelnen der den letzteren durchsetzenden Fäden in Verbindung, während die fibrilläre Streifung gegen die Basis in feine Fäden ausläuft, aus denen die Spiralfaser an dieser Stelle sich zusammensetzt. An der Basis des Ganglienkörpers setzen sich mit diesem zwei oder mehr Fasern in Verbindung, von denen die eine die Charactere eines Axencylinderfortsatzes besitzt und wie dieser mit dem Kernkörperchen durch ein blasses Band zusammenhängt, während die andere spiralig um diese gewunden ist. Durch Goldchlorid gelang es ihm die Spiralfaser mehr oder weniger roth zu tingiren; er sucht die Nervennatur derselben aufrecht zu halten. Verfolgt man nach Goldtinction die Spiralfasern gegen die Basis der Ganglienkörper zu, so verlieren sie sich daselbst in einem körnig-fibrillären Gewirr, das meistens intensiv roth gefärbt ist und offenbar dem Fadennetz entspricht, aus dem die Spiralfaser ihren Ursprung nimmt. Durch dieses Verhalten verliere die Ansicht Fraentzels, der in dieser Zeichnung die Contouren von Epithelien erkennt, an Wahrscheinlichkeit.

Die Ganglienzellen des Sympathicus verhalten sich nach der letzten Darstellung Köllikers [1]) im Wesentlichen genau so wie in den Spinalganglien, nur sind sie durchschnittlich kleiner, gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. »Nach dem, was ich bei den Säugethieren und beim Menschen gesehen», sagt er, »stimmen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie vorwiegend unipolare, seltener bipolare Zellen enthalten, weichen jedoch darin ab, dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden, und die entspringenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen, und wahrscheinlich in den meisten Fällen in verschiedenen Richtungen aus den Ganglien heraustreten. Nach Remak kommen in den Ganglien des Sympathicus nur multipolare Zellen vor, was bestimmt unrichtig ist». Auch hier besitzen die Ganglienzellen eine kernhaltige Scheide, welche in die Scheiden der Fortsätze übergeht. Die vom Nucleus und Nucleolus (nach einigen Histologen) abgehenden Fasern konnte Kölliker nicht wiederfinden, will sie aber nicht ganz in Abrede stellen. Auch die Fasernetze von Arnold und Courvoisier vermochte er nicht zu sehen, will sie aber auch nicht ganz leugnen. Die Spiralfasern der Zellen des Froschsympathicus enthalten einige, ja selbst viele Kerne in ihren Netzen. Es schien als ob diese Fasernetze mit ihren Kernen sammt den von ihnen abgehenden Spiralfasern eine besondere innere Scheidenbildung um die fraglichen Zellen darstellen. Er will aber kein bestimmtes Urtheil abgeben; er sah ja auch in einem Falle eine Zelle mit zwei Ausläufern, welche in echte kernlose Nervenfasern übergingen, von denen die eine einige Spiraltouren um die andere beschrieb.

Friedländer [2]) fand die Herzganglienzellen des Frosches ganz wie sympathische Ganglienzellen gebaut. Sie entlassen fast regelmässig aus einem Pole zwei Nervenfasern, die in verschiedener Weise, oft in spiraligen Windungen, angeordnet sind, die sich aber beide mit Gold intensiv violett färben. Die Spiralfasern sind nun in keiner Weise anders denn als Nervenfasern aufzufassen. In sehr vielen Fällen sah er Fortsätze vom Kernkörperchen durch den Kern und die Zellensubstanz in verschiedener Richtung hindurchtreten. Auch sah er häufig Theilungen der Spiralfaser beim Eintritt in die Zelle. Eine deutliche Anschauung von einem Netzwerk im Sinne Arnolds und Courvoisiers war er aber nicht im Stande zu gewinnen. Er erkennt mithin auch nicht die Commissurenfäden Courvoisiers an. Dagegen überzeugte er sich mit aller möglichen Bestimmtheit vom directen Uebertritt der Spiralfaser in die Zellensubstanz. Die gerade Faser besitzt schon längere Zeit vor ihrem Eintritt keine Markscheide mehr.

[1]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Fünfte Auflage. 1867.

[2]) Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium in Würzburg herausgeg. v. A. von Bezold. Zweites Heft. Leipzig 1867.

An den Nerven, die zur Glandula submaxillaris des Hundes gehören, konnte Bidder [1]) mehrere verschiedene Formen von Ganglienzellen unterscheiden. Zunächst fand er bipolare Zellen im früheren Sinne dieser Bezeichnung, d. h. Zellen von gewöhnlich oblonger Gestalt, die von ihren beiden verschmälerten Enden, und wie es scheint aus der Zellensubstanz selbst, Fortsätze entsenden, welche bald nach ihrem Abgange von der Zelle sich mit Nervenmark umgeben. Von diesen unterscheiden sich andere Zellen dadurch, dass sie von dem einen verschmälerten Ende zwei dicht neben einander liegende Fortsätze aussenden, also tripolare Zellen darstellen. Ob die beiden Fortsätze sich mit Nervenmark umgeben, blieb ihm zweifelhaft; dagegen fanden sich hier Andeutungen von Spiralen. Ungleich häufiger aber sah er Zellen, die auf den ersten Blick als unipolar in dem bisher gebräuchlichen Sinne bezeichnet werden können. An isolirten, von ihrem Neurilemm umgebenen Zellen erschien die Oberfläche nicht durchweg gleichmässig, sondern im Gegentheil durch mehrere netzförmig einander durchkreuzende Linien, welche nach wechselnder Einstellung bald hell bald dunkel erscheinen, wie zerklüftet. Die Ableitung dieser Linien von Falten der Zellenhülle wird nach Bidder vollends unmöglich, wo sie sich bis zum Kernkörperchen der Nervenzellen verfolgen lassen, um somehr als er die erwähnten Liniennetze auch bei ganz nackten Zellen gesehen hat. »Ich kann hiernach», sagt Bidder, »nicht anstehen, den Angaben Arnolds und Courvoisiers über ein von dem Kernkörperchen ausgehendes, von demselben an die Oberfläche der Zellen gelangendes und dieselbe in einem mehr oder weniger beträchtlichen Umfange umspinnendes Fadennetz mich anzuschliessen». Das an den isolirten Zellen auffallende, zerklüftete Aussehen erweist sich eben als der Ausdruck einer oder mehrerer höchst zarter Fasern, die in einigen dichtgedrängten Touren den Zellenfortsatz umkreisen. Diese Spiralfaser ist immer durch mehrere, starke, längsovale, quergestellte Kerne ausgezeichnet. Einen Zusammenhang dieser Spiralfaser mit dem die Zelle umspinnenden Fadennetz konnte er zwar nie mit Sicherheit wahrnehmen, doch zweifelt er nicht an einem solchen. Welchen ferneren Verlauf die Spiralfaser, sowie die inmitten ihrer Windungen liegende gerade Faser nehmen, ob und wann und wo sie sich mit Nervenmark umkleiden und zu dunkelrandigen Nervenfasern werden, darüber konnte Bidder Sicheres nicht ermitteln.

Kein Fasernetz findet sich nach Schwalbe [2]) an den sympathischen Ganglienzellen der Säuger und auch keine Spiralfasern. Die letzteren finden sich indessen in den sympathischen Ganglien des Frosches, da wo der gerade Zellenfortsatz abgeht, theils als nervöse, die unmittelbar aus der Substanz der Zelle entspringen, keine oder nur einige wenige Touren um die gerade Faser machen und sich von dieser nicht wesentlich an Dicke unterscheiden, und theils als Fasern, die als Verdickungen der Scheide aufzufassen sind und sich aus jenem Fasernetz am Grunde der Zelle entwickeln. Im ersteren Falle sind die betreffenden Zellen bipolar; im letzteren aber unipolar, und dieser ist der häufigere. Die sympathischen Ganglienzellen der Säugethiere unterscheiden sich constant von denen der Spinalganglien durch ihre Multipolarität. In einem Falle, bei einer Zelle aus dem Sympathicus der Katze, gelang es Schwalbe unter den Fortsätzen einen, dem Deitersschen »Axencylinderfortsatz» entsprechenden, sicher nachzuweisen. Zwei Kerne finden sich in den sympathischen Ganglienzellen des Kaninchens und Meerschweinchens, bei erwachsenen fast immer; bei jungen kommen aber auch zahlreiche einkernige vor. Von Kernkörperchen sind öfters zwei in einem Kerne vorhanden.

Ueber die Ganglienzellen des Sympathicus theilt dann Courvoisier [3]) Folgendes mit: Er hält seine Angabe betreffs der Uebergangsfasern aufrecht. Die Zellen haben keine Membran. Auch in diesen Ganglien des Frosches findet man den Beizellen der Spinalganglien ähnliche Zellen, oft zu kleinen Gruppen mit gemeinschaftlicher Kapsel vereinigt, aber auch einzeln oder zu zwei und drei in der Kapsel einer ausgebildeten Ganglienzelle liegend; ja nicht selten stehen sie mit dem »Spiralfasernetz» der letzteren durch feine Fäden in Verbindung. Die »gerade Faser» der Ganglienzellen sah er nie im Nucleolus endigen. Auch von einer Endigung der Markscheide dieser Faser im Kern konnte er Nichts finden. Er sah die »gerade» und die »Spiralfaser» stets blass an die Zelle herantreten. Die Nervosität der Spiralfaser bestätigt er. Er will aber ferner auch seine »Commissurenfasern» aufrecht erhalten; das Fadennetz, welches nach Arnold und ihm »die Nucleolarfäden und die Anfangsfibrillen der Spirale verbinden sollte» (das »intermediäre» Netz) konnte er indessen nicht mehr finden. Als Unterschiede der sympathischen und der »gangliospinalen» Zellen hebt er hervor, dass die ersteren in Verbindung mit zwei Fasern stehen; die letzteren sind unipolar. Die zwei sympathischen Ausläufer sind blosse (blasse?) Fäden, die gangliospinale Faser ist dagegen eine ziemlich

[1]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1867.

[2]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd IV. 1868.

[3]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd IV. 1868.

dicke dunkelrandige. Aus dem Nucleolus der sympathischen Zelle treten feine starre Fäden in die Zellsubstanz; an gangliospinalen Zellen fehlen sie. In den sympathischen Spiralfasern sind eigenthümliche Kerne enthalten. Dagegen sind um den Ausläufer der gangliospinalen Zellen eine Anzahl »Polarkerne» herumgruppirt. Endlich ist die Gestalt der sympathischen Körper eine ballonähnliche, die der gangliospinalen eine birnenförmige.

Die Nervenzellen der sympathischen Ganglien liegen, ebenso wie die der Spinalganglien, nach Henle und Merkel [1]) frei in Hohlräumen, deren Wand zahlreiche, in Form und Grösse den Körnern des Gehirns ähnliche Körperchen enthält. Durch Versilberung erhielten sie dieselben Resultate wie Fraentzel. Doch meinten sie auch freie Kerne zwischen der Nervenzelle und der Wand des Hohlraums wahrgenommen zu haben; die Kerne liegen in vielen dieser Scheiden zu unregelmässig, um überall als Kerne eines Pflasterepithelium gelten zu können. Wie bei den Spinalganglien fanden sie sich mithin veranlasst, anzunehmen, »dass die die Nervenzellen der Ganglien trennenden Scheidewände, neben den gestreckten Kernen der Nervenfasern und Capillargefässe, kuglige Kerne (Körner) enthalten, die sich in gewissen Fällen zu einem Epithelium entwickeln».

C. H. Hoffmann [2]) konnte beim Frosch den Uebergang der geraden Faser der sympathischen Ganglienzellen in eine markhaltige Nervenfaser nicht wahrnehmen; die Spiralfaser sah er aber öfters peripherisch in eine echte Nervenfaser und gegen die Nervenzelle durch wiederholte Theilung in ein Fasernetz übergehen, welches sich auf dem Protoplasma der Zelle verlor. Die sympathischen Nervenzellen des Kaninchens fand er bipolar. Ferner sah er sowohl die radiären, vom Kernkörperchen ausgehenden und den Kern durchsetzenden Fäden, die sich ihm im Zelleninhalt zu verlieren schienen, als auch den Zusammenhang des Axencylinders mit dem Kernkörperchen.

Nach Max Schultze [3]) sind auch die Zellen der sympathischen Ganglien von festem Bindegewebe umhüllt; jede Zelle liegt ferner in einer kernhaltigen Scheide, innerhalb welcher sie sich durch erhärtende Flüssigkeiten zusammenzieht. Diese kernhaltige Kapsel ist die Fortsetzung der Schwannschen Scheiden der mit den Zellen in Verbindung stehenden Nervenfasern.

Die Nervenzellen des Sympathicus der Vögel sind nach Stieda [4]) durchschnittlich kleiner als die der Spinalganglien und lassen häufiger deutliche Fortsätze, oft bis zu vier an einer Zelle sehen. Deshalb ist ihre Form wechselnd. Sie besitzen eine kernhaltige, bindegewebige Hülle, deren Kerne aber länglicher und viel spärlicher als bei den Zellen der Spinalganglien sind; die Kerne der Hülle der Nervenfaser sind hingegen reichlicher. Der Zusammenhang der Nervenfasern mit den Nervenzellen liess sich bei den sympathischen viel häufiger beobachten. Der Ausläufer der Zellen setzt sich direct in den Axencylinder fort, die bindegewebige Hülle beider hängt continuirlich zusammen. Auch hier sah er nichts von einem Zusammenhang zwischen Axencylinder und Kern, nichts von einer spiraligen Faser; ebenso bei Fischen, Fröschen, Säugern, weswegen er sich nicht des Gedankens erwehren konnte, »dass es bei den sogenannten Spiralfasern sich doch nur um bindegewebige Elemente der Hülle handelt».

Im Ganglion coeliacum der Katze fand Bidder [5]) an den Nervenzellen sehr bedeutende Differenzen in Form, Grösse, Lagerung und Verbindung; doch liessen sich gewisse Gesetze unterscheiden. In geringer Zahl erscheinen spindelförmige, bipolare Zellen mit kreisrundem Kern und zwei cylindrischen Ausläufern. Unipolare Zellen traf er hier niemals. Sehr verschieden von den spindelförmigen sind die quader- oder würfelförmigen Zellen, die nur in reihenartiger Anordnung (zu 6—12) mitten in Bündeln der gelatinösen Fasern gefunden wurden; von dem Ursprung von Fasern konnte er sich an diesen Zellen niemals mit Sicherheit überzeugen. In überwiegender Menge finden sich endlich unregelmässig runde oder eckige und vielstrahlige Zellen; von solchen Zellen gehen sogar mindestens ein Dutzend Fasern aus. Eine Unterscheidung in zutretende und abgehende Fasern wäre von grosser Bedeutung; Bidder hat, wie einmal Schwalbe, »so häufig und in manchen Präparaten» Bilder gefunden, die für eine Verschiedenartigkeit der Zellenausläufer, einen »Axencylinderfortsatz», sprechen, dass er nicht zweifelt, es gelte dies für die Mehrzahl der hier vorkommenden Nervenzellen. Vom Zellenkern abgehende Fäden sah er dagegen nur selten. Beim Kaninchen tragen die meisten Zellen doppelte Kerne; einmal sah er die beiden Kerne einer Zelle durch einen Verbindungscanal oder einen Commissurenfaden verbunden. »Ein Bild wie das hier vorliegende war ganz besonders geeignet, etwaige Zweifel daran zu beseitigen, dass von dem Kernkörperchen solide fadenartige Fortsätze entspringen können».

---

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3:tte Reihe. Bd. 34. 1868.

[2]) Nederlandsch Archief voor Genees- en Natuurkunde. D. IV. (Henles Jahresbericht f. 1868.)

[3]) Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd I. 1868—71.

[4]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd 19. 1869.

[5]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1869.

Die bipolaren Zellen mit nach entgegengesetzten Richtungen abgehenden Fortsätzen sind nach Bidder immer einkernig. Ebenso sind meistens die reihenweise angeordneten, quaderförmigen Zellen; beim Kaninchen gelang es ihm öfters blasse Fortsätze ausgehen zu sehen, die an den Seitenflächen benachbarter Zellen hinziehen; manche dieser Fortsätze stellen unzweifelhafte Commissuren zwischen benachbarten Zellen her. So auch beim Hunde, wo er ebenso von solchen reihenweise angeordneten Zellen die Fortsätze von dem Rande der Flächen ausgehen sah, mit denen sie an einander stossen. Nervenzellen mit so zahlreichen Fortsätzen wie bei der Katze und beim Kaninchen fand er beim Hunde kaum. Niemals konnte er hier den Zellenfortsatz als gesonderten Faden zum Kern verfolgen. Ebenso wenig konnte er neben diesen Axencylindern den Spiralfasern analoge Gebilde als regelmässige Begleiter nachweisen. Einige Mal waren zwar Fäden dort vorhanden; niemals war aber der Zusammenhang solcher Fäden mit dem Protoplasma oder mit dem Kern und dem Kernkörperchen mit Sicherheit nachzuweisen.

Langerhans [1]) fand in den sympathischen Ganglienzellen von Coluber natrix eigenthümliche, kuglige, mattglänzende Körperchen in der Umgebung des Kerns. Beim Frosch überzeugte er sich von dem Vorhandensein einer nervösen Spiralfaser an den sympathischen Ganglienzellen.

Unseren Untersuchungen zufolge [2]) sind die sympathischen Ganglien nach aussen von einem oft fettreichen Epineurium von gewöhnlichem Bau umgeben, nach innen von einem Perineurium, auch von gewöhnlichem Bau, welches sich direct von den ins Ganglion eingehenden Nerven fortsetzt und nach Behandlung mit dem Silberreagenz eine zusammenhängende, mehrschichtige Häutchenzellenzeichnung bietet. Die perineuralen Lamellen der Ganglien scheinen verhältnissmässig oft mit einander durch Häutchenbrücken und Balken zusammenzuhängen und bilden nach dem Innern des Ganglion zahlreiche, grössere und kleinere, endoneurale Fortsetzungen, mit welchen von concentrischen, mit Häutchenzellen bekleideten Adventitialscheiden umgebene Blutgefässe sich einsenken. Oft sieht man die in den Sympathicus oder in die Ganglien eintretenden, gröberen Gefässe von einem zunächst um dieselben, also zwischen ihnen und den perineuralen Fortsetzungen liegenden, mehr oder weniger fettreichen Gewebe des Perineurium begleitet. Die vom Perineurium kommenden endoneuralen Fortsetzungen verzweigen sich in einem reichlichen Netzwerk zwischen den Ganglienzellen. Diese letzteren, die Ganglienzellen, treten beim Menschen in verschiedener Grösse und in mehreren Formen auf, sind bald rundlich oder oval, bald birnen-, bald spindelförmig und haben constant mehrere Ausläufer von verschiedener Dicke; diese Zellen sind von einer Kapsel umgeben, welche der der Spinalganglienzellen ähnelt, gewöhnlich aber doch kein so protoplasmatisches Epithel wie diese besitzt, sondern dünnere, plattere, mehr endothelähnliche Zellen hat, deren etwas sparsamere Kerne jedoch eine Protoplasmazone um sich zeigen. Diese Kapselzellen geben auch mit dem Silberreagenz eine Zellenzeichnung, obwohl diese gewöhnlich etwas undeutlich und unrein wird. Von der Ganglienzelle selbst, welche man hier wie in den Spinalganglien fast nie ihre Kapselhöhle ausfüllen sieht, gehen hie und da feine, körnige, protoplasmatische Fäserchen zu den Kapselzellen und scheinen an ihnen zu endigen; diese Fäserchen dürfen nicht als wirkliche Ausläufer der Ganglienzellen angesehen zu werden, sondern sie können durch eine etwaige Schrumpfung der Zelle gebildet sein. Die gewöhnlich recht zahlreichen, bald ganz feinen, bald aber ganz groben, eigentlichen Ausläufer der Ganglienzellen treten aus der Kapsel heraus, aber ohne dieselbe zu durchbohren, weil sie von der Kapsel dünnwandige, ziemlich geräumige canalförmige Scheiden erhalten, welche Fortsetzungen der Kapsel sind und ungefähr denselben Bau wie diese haben. Sowohl an Osmiumpräparaten, als noch mehr an Isolirungsbildern von Präparaten, die mit Müllerscher Lösung behandelt waren, ist es uns gelungen, diese Ausläufer auf weite Strecken zu verfolgen; sie verzweigen sich zu wiederholten Malen und werden endlich ganz feine, blasse Fasern, welche zwischen den Kapseln der angrenzenden Ganglienzellen verlaufen; wir haben nie beim Menschen einen dieser Ausläufer in eine myelinhaltige Nervenfaser übergehen sehen. Um die Ganglienzellenkapseln winden sich Blutgefässe mit ziemlich zahlreichen Maschen.

Mittelst Stichinjection ist es uns gelungen, ein sehr reichliches lymphatisches Saftbahnsystem in den sympathischen Ganglien zu entdecken. Wenn man eine solche Injection in die mit den Ganglien zusammenhängenden Nervenzweige macht, läuft die Flüssigkeit in den perineuralen und endoneuralen Scheidenräumen derselben ins Ganglion hinein, vertheilt sich dort mit den Nervenfaserbündeln in verschiedenen Richtungen in grössere und kleinere Canäle und Spaltenräume und geht von den letzteren in ein sehr schönes, reichmaschiges Lymphgefässnetz über, welches

[1]) Ein Beitrag zur Anatomie der sympathischen Ganglienzellen. Habilitationsschrift., Freiburg i. B. 1871.

[2]) Axel Key und Gustaf Retzius. Studier i nervsystemets anatomie. Nordiskt Medicinskt Archiv. Bd. IV. N:r 21 und 25. Aug. 1872. — Deutsch übersetzt im Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IX. 1873.

mit seinen ampullären Maschen die Ganglienzellenkapseln umspinnt. In den Kapseln selbst findet man nie die Injectionsflüssigkeit, noch in den von ihnen abgehenden canalförmigen Scheiden um die Ausläufer der Ganglienzellen. Zuweilen sieht man die Flüssigkeit in ähnlichen Maschen in die Nervenfaserbündel des Ganglion, ihre Fasern umspinnend, laufen. Da sehr häufig die Flüssigkeit bei der Stichinjection in einen Nervenzweig, dicht an seiner Vereinigung mit dem Ganglion, zuerst das eben erwähnte Lymphgefässnetz um die Ganglienzellen erfüllt, fliesst sie in entgegengesetzter Richtung immer aus diesem Netz in die gröberen Spaltenräume und Gänge zwischen die endoneuralen Fortsetzungen des Perineurium und aus diesen Räumen zu den Perineuralräumen selbst. Bei fortgesetzter Injection breitet sich die Flüssigkeit über die ganze Fläche des Ganglion in seinen Perineuralräumen aus und setzt sich dann in den Perineuralräumen der damit zusammenhängenden Nervenzweige fort. Zuweilen bleibt jedoch die Injection sowohl am Ganglion, als an seinen Nervenzweigen, nur in den Perineuralräumen, ohne sich ins Innere des Ganglion auszubreiten. Bei Stichinjection ins Ganglion selbst, wenn also die Canüle in sein eigenes Gewebe eingeführt wird, füllt sich auch mit grosser Leichtigkeit dieses Lymphgefässnetz im Inneren der Ganglien und die Flüssigkeit verläuft auf denselben Wegen, welche eben geschildert sind, in die Perineuralräume hinaus. Nie sahen wir bei unseren Injectionen in den Sympathicus Lymphgefässe ausserhalb des Ganglion oder des Nerven sich füllen und nach den umgebenden Gewebstheilen abgehen. Wir hatten auch Untersuchungen über die sympathischen Ganglien verschiedener Thiere ausgeführt und uns besonders bei denen der Batrachier (Frosch, Kröte) aufgehalten; an allen mit Spiralfasern versehenen Ganglienzellen fanden wir diese constant in eine mit Myelinscheide versehene Nervenfaser übergehen — andere Spiralfasern, aus Bindegewebe u. dgl., wie von Anderen geschildert worden, konnten wir nie wahrnehmen — welche Nervenfaser, besonders bei der Kröte, diese ihre Myelinscheide bis an und auf die Ganglienzelle, zwischen den hier an ihrer Basis angesammelten Zellenkernen, behält, wogegen die gerade Nervenfaser, so weit als wir sie verfolgen konnten (und dies ist uns in nicht unbedeutenden Strecken gelungen) fortwährend ihre blasse Beschaffenheit behält, d. h. keine Myelinscheide hat. Nie sahen wir die Spiralfaser an der Ganglienzelle in ein Fasernetz übergehen.

Nach Sigmund Mayer[1]) besitzen die sympathischen Ganglien »eine bindegewebige Hülle, welche Fortsätze zwischen die einzelnen Zellen sendet und so gleichsam Kapseln für die einzelnen Zellen herstellt. Das Bindegewebe bildet somit ein Fächerwerk, in welches die Nervenzellen eingetragen sind; zu gleicher Zeit ist es der Träger der Blutgefässe». Die Ganglienzellen besitzen eine Hülle oder Kapsel, die ein Analogon der Nervenscheide ist; »sie besteht aus Bindegewebe, in welches öfters Kerne sich eingestreut finden». »Zuweilen zeigt die bindegewebige Hülle eine concentrische Schichtung ebenfalls mit eingestreuten Kernen». In der Substanz der Ganglienzellen, welche aus einer homogenen Grundmasse mit darin reichlich eingestreuten feinen Körnchen besteht, »sieht man gar nicht selten feine Fäden in ziemlicher Anzahl verlaufen, welche vom Kern und Kerkörperchen ausstrahlen»; von der Existenz dieser Fäden, giebt Mayer an, habe er sich hinlänglich überzeugt. »Die Substanz des Kernes ist nicht homogen, es lassen sich feine Fäden in demselben beobachten, die aus dem Kernkörperchen entspringen». Nicht nur beim Kaninchen und Meerschweinchen sind doppelte Kerne in der Mehrzahl der Zellen vorhanden; auch beim Menschen, Hunde, bei der Katze, beim Frosch sah Mayer doppelte Kerne. Wie Bidder sah er zuweilen »Kerncommunicationsfäden» zwischen den beiden Kernen solcher Zellen. Die Kerne zeigen wie die Zellen nicht unbedeutende Differenzen hinsichtlich ihrer Grösse. Sowohl beim Frosch als bei Säugethieren kommen ausser den gewöhnlichen Zellen auch grosse, mit einer Anzahl kleiner Kerne erfüllte vor, sowie kleine Zellen, deren Hauptmasse der Kern einnimmt, und solche, in denen eine Anzahl von kleinen Kernen von nur wenig Zellsubstanz umgeben ist. Es giebt in der That, nach Mayer, Zellen ohne Spur eines Fortsatzes. Solche sind u. A. die in Längsreihen angeordneten quaderförmigen Zellen im Ganglion coeliacum und im Sympathicus beim Frosch; es scheint aber, als ob diese Zellen erst in der Entwickelung begriffen wären. Die Mehrzahl der sympathischen Ganglienzellen ist entschieden multipolar; die Fortsätze gehen zum Theil über in Nervenfasern, zum anderen Theile dienen sie zur Verbindung von Ganglienzellen unter einander; letztere sind gewöhnlich sehr kurz, zuweilen wie kurze Brücken. Aus dem Ganglion coeliacum des Kaninchens hat Mayer eine Zelle isolirt, welche neben mehreren verästigten Fortsätzen zwei andere, mit Nervenmark belegte Fortsätze (Axencylinderfortsätze) besass. Spiralfasern kommen nicht bei allen sympathischen Zellen des Frosches vor; dies steht wahrscheinlich mit verschiedenen Entwickelungsstadien in Zusammenhang. Betreffs des Ursprungs der Fortsätze sagt er, dass sie immer aus der Zellsubstanz selbst ausgehen, niemals aber mit Kern

[1]) Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. II. 1872.

und Kernkörperchen in Verbindung stehen. Ausser den dickeren Fortsätzen geht aber ein zweites System von sehr feinen Fäden aus, welche ihren Ursprung im Kern und Kernkörperchen haben; es sind dies die erwähnten »Kern- und Kernkörperchenfäden». In einzelnen Fällen, meint er aber auch, liesse sich ein Nachweis des Zusammenhanges der geraden Faser (beim Frosch) mit dem Kernkörperchen führen. Nach Mayer lassen sich nicht nur beim Frosch, sondern auch bei Säugethieren Momente genug nachweisen, die auf rege Entwickelungsvorgänge in den Ganglien hindeuten, so die ausserordentlich variirende Grösse der Nervenkörper und der Kerne, das Vorkommen diffuser feinkörniger Massen mit zahlreichen, eingestreuten, glänzenden Körpern, die reihenweise angeordneten, fortsatzlosen Zellen u. s. w. Beim Frosch zögen die Anhäufungen kleiner, aus Kern und wenig Substanz bestehender Körper, welche von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt sind, vorzugsweise die Aufmerksamkeit auf sich. Diese Zellennester liegen in wechselnder Anzahl beisammen, wiederum von einer gemeinsamen, bindegewebigen, öfters kernhaltigen Kapsel umhüllt. Sie stehen mit Nervenstämmchen in Verbindung.

S. Mayer [1]) beschrieb dann genauer die in den sympathischen Ganglien der Frösche, Salamander und Tritonen vorkommenden eigenthümlichen, von einer Scheide umhüllten, feinkörnigen, mit vielen Kernen versehenen Körper. Diese Kern- oder Zellennester seien zur Gruppe des Nervengewebes zu rechnen. Sie sind wahrscheinlich das Material für die Bildung neuer Ganglienzellen. Die Ganglienzellen sollen nämlich eine cyclische Lebensdauer besitzen. Apolare Ganglienzellen kommen vor und sind Entwickelungsformen.

Nach Lavdowsky [2]) finden sich im Sympathicus junger Frösche Nester von kleinen Zellen, die er als Entwickelungsstufen der Ganglienzellen betrachtet.

In seiner cellulären Anatomie und Physiologie [3]) beschrieb Robin die peripherischen Ganglienzellen im Allgemeinen als aus einer Wandung und einer Cavität bestehend, welche letztere von einem soliden Inhalt ausgefüllt sei. Die verhältnissmässig dicke Wandung ist homogen, feinkörnig, streifig und mit kleinen Kernen in ihrer Substanz versehen. Die Nervenröhrenscheide verengert sich oft bis zur Hälfte bei ihrer Einmündung in die Zellencavität. Die körnige Zelle enthält in ihrer Mitte einen grossen, hellen, durchsichtigen, sphärischen, ein gelbliches, glänzendes Kernkörperchen besitzenden Kern. Die Zellen können mit einer centralen und mit zwei oder gar drei peripherisch verlaufenden Nervenröhren sich verbinden; dies findet u. A. im Sympathicus statt.

Arndt [4]), welcher die sympathischen Ganglienzellen bei einer Reihe verschiedener Wirbelthiere untersuchte, glaubte in denselben einen sehr verwickelten Bau gefunden zu haben. Die Ganglienkörpersubstanz bestehe aus einer Grundsubstanz und in diese eingesprengten anderweitigen Substanzen. Die Grundsubstanz, aus einem scheinbar homogenen Gewebe gebildet, ist matt perlgrau mit einem bald mehr bald weniger ausgesprochenen Stich ins Gelbliche und hat etwas Glasiges, leicht Opalisirendes; sie ist sehr zäh und elastisch. Die anderweitigen Substanzen bestehen aus einer Masse grösserer und kleinerer Kügelchen und Körnchen, welche unregelmässig in die Grundsubstanz eingestreut sind, und aus einer Menge von strich- oder fadenförmigen Bildungen, welche sich theilweise unter einander, theilweise aber auch mit jenen Kügelchen und Körnchen innig verbinden. Von diesen Körnchen unterscheidet er mehrere Arten; erstens erkennt er der Hauptmasse nach solche, welche zwei, drei, auch vier feine wimper- oder strahlenartige Fortsätze aussenden, die sich mit anderen scheinbar verbinden; zweitens solche, die frei von jedem Appendix sind. In der ersten Gruppe unterscheidet er unschwer wieder zwei Formen, nämlich kleinere, mattgraue, schwach lichtbrechende, über den grössten Theil der Grundsubstanz verbreitete und grössere, je nach der Einstellung schwärzliche oder hell glänzende, nur auf bestimmte Bezirke verbreitete. Von der zweiten Gruppe unterscheidet er dann drei Formen, erstens kleinere, stark lichtbrechende, über die ganze Körperoberfläche verbreitete; zweitens grössere, mattglänzende, nur ganz zerstreut vorkommende; drittens gelb gefärbte, das bekannte gelbe Pigment bildende. Die Kügelchen und Körnchen der ersten Gruppe, sowie die grösseren der zweiten, hält Arndt für zu der Ganglienkörpermasse substantiell gehörige; es sind wesentliche Bestandtheile derselben. Die kleineren Kügelchen der zweiten Gruppe sollen dagegen mehr zufällig und unwesentlich sein (Zersetzungs- oder Umbildungsproducte). Von den strich- und fadenförmigen Bildungen kann er ebenfalls mehrere, und zwar drei Gruppen feststellen: erstens die wimper- oder strahlenförmigen Fortsätze der erwähnten dunklen Körnchen; diese Körnchen liegen nun sammt ihren Fortsätzen in wohl abgemarkte helle Kügelchen der Grundsubstanz eingeschlossen; die Grundsubstanz scheint also aus einer Anhäufung

[1]) Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. in Wien. 1872. Bd 66. Dritte Abtheil.
[2]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1872.
[3]) Anatomie et physiologie cellulaires. Paris 1873.
[4]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd X. 1873.

von solchen hellen Kügelchen gebildet zu sein, in deren Inneres eben die dunklen, mit wimper- oder strahlenartigen Fortsätzen versehenen kleineren Körnchen eingeschlossen sind. Die hellen Kügelchen werden unter einander durch eine elastisch dehnbare Masse verbunden. Die zweite Gruppe der strich- und fadenförmigen Bildungen entspricht nun den Begrenzungen dieser hellen Kügelchen. Die dritte Gruppe soll dadurch entstehen, dass die Substanz des Ganglienkörpers in eine Anzahl von Abschnitten sich spaltet, welche unter einander elastisch zusammenhängen (Spaltkörperchen, ARNDT). Diese Körperchen sind hie und da, bisweilen an der ganzen Peripherie, länglich-oval (Ellipsoide, ARNDT); an anderen Orten aber, zumal mehr im Centrum, sind sie kleiner und mehr gerundet (Sphäroide, ARNDT). Die Sphäroiden sind einfache Verdichtungen des Protoplasma, die Ellipsoiden sind auch eine Art Verdichtungskörper, aber doch nicht so einfacher Natur; sie sind zusammengesetzt aus Sphäroiden und dann noch immer ausgestattet mit einem, auch zwei hellen Kügelchen, wie eine Art Nuclei oder Nucleoli. Die Zwischenräume zwischen den Ellipsoiden entsprechen eben der dritten Gruppe der strich- und fadenförmigen Bildungen. Die Verbreitung dieser Spaltkörperchen ist eine verschiedene; die aus Ellipsoiden gebildete Nebensubstanz (Lateral- oder Seitensubstanz, ARNDT) liegt bald einseitig der Hauptsubstanz (Centralsubstanz, ARNDT) an, bald umgiebt sie dieselbe ganz. Die Fortsätze der Ganglienzellen nehmen ihren Ursprung aus diesen beiden Substanzen, doch so, dass aus der Centralsubstanz nur ein, aus der Lateralsubstanz die übrigen Fortsätze (wenn mehrere vorhanden sind) sich entwickeln. Der Kern hat nach ARNDT die Form einer sehr flachen Linse oder Scheibe; er ist immer membranlos und ohne Anhängsel. Der Kern oder, wenn mehrere vorhanden, die Kerne sind je nach dem Umfange der Ganglienzelle von verschiedener Grösse. Die Ganglienzellen sind oft flach, wie plattgedrückt und gewöhnlich multipolar; bei Säugethieren hat er bis zu 8 Fortsätzen gezählt. Die Mehrzahl der Zellen habe 3—4 Fortsätze, viele seien auch bipolar, die kleineren aber unipolar. Er sah die Fortsätze nie in markhaltige Nervenfasern übergehen; alle Angaben von solchen Markscheiden hält er deswegen für nicht zutreffend. Dagegen sah er sehr häufig eine, und zwar wiederholte, mehr oder weniger dichotome Theilung. Es kommen aber auch apolare Ganglienzellen vor; diese betrachtet ARNDT als unfertige »rudimentäre» Bildungen, die in physiologischer Hinsicht ganz gleichgültige Existenzen sind.

Die Ganglienkörper liegen in ein bindegewebiges Stroma eingebettet, das vom Perineurium herstammt; sie sind aber von besonderen Hüllen umgeben. Bisweilen sind aber zwei (sogar drei u. noch mehr) Körper in einer gemeinsamen Hülle vorhanden; dabei ist aber nur ein Körper zu gehöriger Entwickelung gekommen. Man findet sogar Ansammlungen von Zellen, welche bald mehr als diffuse Haufen erscheinen, bald mehr abgeschlossen sind; diese Zellen bestehen aus einem Kern und einem spärlichen Protoplasma. Was sind diese Zellen? Es sind Vorstufen oder nervöse Bildungszellen. Aus solchen Zellengruppen geht nämlich ein grosser Theil der beregten Ganglienkörper hervor und zwar dadurch, dass eine dieser Zellen sich vorzugsweise entwickelt, während die anderen zurückbleiben oder auch eine andersartige Bildung einschlagen. Aus jener wird die den grossen Kern führende Haupt- oder Centralsubstanz; aus dieser gehen die angelagerten Bildungen hervor, zunächst die kleinen unipolaren Ganglienkörper. Wenn diese letzteren Zellen die regressive Metamorphose einschlagen, verkleinern sich ihre Kerne, bekommen ein einziges Kernkörperchen und werden zu den Ellipsoiden und in ihrem Verein zu der Lateralsubstanz. »Das pflegt nun, wie ich glaube,» sagt ARNDT, »der gewöhnliche Fall zu sein». Es sind also die Ganglienkörper des Sympathicus sehr zusammengesetzte Gebilde. Sie (d. h. alle mit mehreren Fortsätzen versehene) sind »keine einfachen Zellen oder Derivate derselben, sondern sie sind ganze Zellenlager und zwar in mehr oder minder weit gediehener Umbildung und Organisation zu bestimmten Zwecken». Die bi- und multipolaren entsprechen also ganzen Zellencomplexen und sind Abkömmlinge solcher Complexe; die unipolaren sind dagegen einfache Zellen und aus solchen hervorgegangen; die sogenannten apolaren sind, wenn grösser, anomale Entwickelungsformen der ursprünglichen Bildungszellen; wenn kleiner, sind sie noch solche Bildungszellen selbst.

Nach H. D. SCHMIDT[1]) besitzen die sympathischen Ganglienzellen zwei bis vier gröbere Fortsätze, welche wahrscheinlich in markhaltige Nervenfasern übergehen, und daneben zahlreiche feinere, nur aus ein bis zwei Fibrillen bestehende, welche in der Hülle der Ganglienzelle ein Netzwerk bilden, dessen Zwischenräume mit Körnchen ausgefüllt sind und runde oder ovale Kerne enthalten; von diesem Netzwerk gehen zahlreiche Fäserchen ab, welche theils eine Verbindung mit angrenzenden Zellenkapseln darstellen, theils sich den gröberen Fortsätzen anschliessen.

FREY bespricht in seiner letzten Arbeit[2]) die Frage von den sympathischen Ganglienzellen des Frosches. Der gerade Fortsatz, der Axencylinderfortsatz, gewinnt hinterher eine Markscheide; ob die Spiralfaser »elastischer

[1]) Monthly microscopical Journal. XII. 1874.

[2]) Grundzüge der Histologie zur Einleitung in das Studium derselben. Leipzig 1875.

oder — was wir für wahrscheinlicher halten — wirklich nervöser Natur ist, darüber mangelt zur Zeit noch die Entscheidung». Apolare Ganglienzellen kommen nach ihm nunmehr entweder gar nicht vor oder sind als Entwicklungsformen anzusehen.

An den sympathischen Ganglienzellen von Rana temporaria fand SCHWALBE [1] keine Kernmembran und keine sog. wandständige Kernkörperchen, wie er sie bei den Retina-Nervenzellen beobachtet hatte.

Der Bau der sympathischen Ganglienzellen.

Historischer Rückblick.

Wie bei den Cerebrospinalganglienzellen werden wir hier der Uebersichtlichkeit wegen die die einzelnen Bestandtheile der sympathischen Ganglienzellen betreffenden verschiedenen Angaben in einem kürzeren historischen Rückblick chronologisch zusammenstellen und beginnen auch hier mit der Substanz der Ganglienzelle. LAUTH scheint in der That der Erste zu sein, welcher der sympathischen Ganglienzellen Erwähnung thut; er spricht nämlich von zwischen den Nervenröhren befindlichen rundlichen Massen einer körnigen Substanz. VALENTIN beschreibt sie genauer. Nach ihm bestehen die Ganglienkugeln aus einem granulösen Parenchyme, dessen grauröthliche, sehr kleine Körnchen von einem halbweichen, zähen, durchsichtigen, zellgewebartigen Bindestoffe durchzogen werden. Nach PURKINJE ist die Substanz härtlich, durchscheinend und besteht aus freier, wahrscheinlich nervoser Punktmasse. VOLKMANN sah die Kugeln einen flockigen Stoff, vielleicht gar kleinere Kügelchen enthalten. Auch SCHWANN fand sie körnig. HENLE erwähnt sie als Körperchen von weicher und an der Oberfläche körniger Beschaffenheit. HENSEN sah an vielen Ganglienzellen im Protoplasma einen klaren Zellenraum, in welchem der Kern liegt. Nach J. ARNOLD ist die Substanz der Ganglienzellen aus einer theils homogenen, theils feinkörnigen Grundsubstanz und einem System von feinen in diese eingebetteten, sich netzförmig verbindenden Fadenbildungen zusammengesetzt, welche mit Fortsätzen des Kernkörperchens zusammenhängen; es sei die Rindensubstanz der Ganglienzellen eine eigenthümliche, an ganz frischen hüllenlosen Körpern eine körnig fibrilläre Structur zeigende Belegungsmasse. Aehnliche Fadennetze erwähnte COURVOISIER. BIDDER sah an der Oberfläche isolirter nackter Ganglienzellen netzförmig einander kreuzende Linien und schloss sich betreffs ihrer Deutung J. ARNOLD und COURVOISIER an. LANGERHANS fand bei Coluber natrix in den fraglichen Zellen eigenthümliche kuglige, mattglänzende Körperchen in der Umgebung des Kerns. S. MAYER sah in der Zellensubstanz nicht selten feine, vom Kern und Kernkörperchen ausstrahlende Fäden in ziemlicher Anzahl verlaufen. Die meisten Histologen beschreiben die Substanz der sympathischen Ganglienzellen im Allgemeinen als feinkörnig. In der letzten Zeit hat nun aber ARNDT ihr einen sehr verwickelten Bau zugeschrieben; betreffs seiner Ansichten verweisen wir auf die ausführliche Darstellung im geschichtlichen Theil (S. 127 ff.). Hier sei nur angeführt, dass er die ganze Zellensubstanz in zwei Partien theilt, eine Neben- oder Lateralsubstanz und eine Haupt- oder Centralsubstanz; erstere sei aus länglich-ovalen Körperchen, Ellipsoiden, letztere aus kleineren, mehr gerundeten Körperchen, Sphäroiden, gebildet; es kommen dann auch strich- oder fadenförmige Bildungen in der Substanz vor. Ueber das in diese eingebettete Pigment liegen nur verhältnissmässig wenige und unbedeutende Angaben vor.

Den Kern der sympathischen Ganglienzellen erwähnt zuerst VALENTIN als einen runden oder länglich-runden Nucleus, welcher aus einer begrenzenden Linie und einem ganz hellen Inneren besteht. Dann bespricht ihn PURKINJE

---

[1]) Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd 10. 1876 (Sep. Abdr. 1875).

als einfach rund und in eine Hülle eingeschlossen. Remak sah beim Kaninchen, besonders jüngeren, zwei Kerne. Schwann erwähnt den Kern als ein excentrisch in der Ganglienkugel liegendes, rundes Bläschen und Henle als ein, bisweilen zwei wasserhelle Bläschen. Lieberkuehn verfolgte dann zuweilen (beim Frosch) den Ganglienzellenausläufer bis zum Kern hinein und sah ihn dort endigen. Axmann meinte auch einen Uebergang des eintretenden Axencylinders in die helle Scheibe (den Kern) zu finden. Nach Hensen scheint an vielen Zellen der Kern mittelst Fäden durch den erwähnten, letzteren umgebenden, scharf begrenzten Zellenraum hindurch mit der Wand in Verbindung zu stehen. J. Arnold sah (beim Frosch) vom Kernkörperchen ausgehende Fäden die Substanz des Kerns scharf contourirt durchsetzen. Courvoisier beschrieb den geraden Zellenausläufer als im Kern endigend. Guye sah an einzelnen der nach ihm bipolaren Zellen des Kaninchens die beiden Fasern in die zwei Kerne übergehen. Nach Kollmann und Arnstein endigt beim Frosch der breite gerade Fortsatz (der Axencylinder) in dem Inneren des Kerns knopfförmig angeschwollen, nachdem er gerade oder nach einer halben Schraubentour dahin gelangt ist. J. Arnold vertheidigte seine Angaben über radiär vom Kernkörperchen ausgehende, die Kernsubstanz durchsetzende Fäden. Diese Fäden konnte Kölliker dagegen nicht erkennen; Friedländer sah sie aber in sehr vielen Fällen. Schwalbe fand in den Ganglienzellen erwachsener Kaninchen und Meerschweinchen immer, bei jungen oft, zwei Kerne. Courvoisier konnte von einer Endigung der Markscheide der geraden Faser im Kern nichts sehen. Stieda erkannte keinen Zusammenhang zwischen Ausläufer und Kern. Bidder, der beim Kaninchen ebenfalls in den meisten Zellen doppelte Kerne fand, sah einmal die beiden Kerne durch einen Commissurfaden verbunden. Vom Zellenkern abgehende Fäden sah er nur selten. Beim Hunde konnte er nie den Zellenfortsatz als gesonderten Faden zum Kern verfolgen. S. Mayer erkannte gar nicht selten feine, ziemlich zahlreiche, vom Kern ausstrahlende Fäden; die Kernsubstanz sei nicht homogen, sondern enthalte ebenfalls feine Fäden, welche mit den feineren, nicht aber mit den gröberen Zellenfortsätzen in Verbindung stehen. Nicht nur beim Kaninchen und Meerschweinchen, sondern auch beim Menschen, Hunde, bei der Katze und beim Frosch sah er doppelte Kerne, die sogar zuweilen durch Communicationsfäden verbunden waren. Robin erwähnt den Kern als in der Mitte der Zellsubstanz liegend, gross, hell, durchsichtig und sphärisch. Nach Arndt hat der Kern die Form einer sehr flachen Linse oder Scheibe; er ist von verschiedener Grösse, immer membranlos und ohne Anhängsel.

Das Kernkörperchen der Ganglienzellen wurde zuerst von Valentin als ein in der Mitte des Nucleus, doch ganz in der Circumferenz desselben befindliches solides Kügelchen erwähnt. Nach Remak sind in den Kernen nicht selten zwei oder drei Kernkörperchen vorhanden. Schwann erwähnt sie in denselben als einen oder zwei kleine dunkle Punkte und Henle als ein bis drei kleine Gebilde. Hannover sah bei Säugethieren selten mehr als ein Kernkörperchen, bei Fischen öfters zwei bis drei. Von den folgenden Histologen wird das Kernkörperchen in ähnlicher Weise erwähnt, bis dann Lieberkuehn beim Frosch dies Gebilde zuweilen als die Endigung des Axencylinders der in die Ganglienzelle eintretenden Nervenfaser zu finden glaubte. Auch nach J. Arnold endigt beim Frosch der Axencylinder der zur Ganglienzelle tretenden dunkelrandigen Nervenfaser in dem Kernkörperchen; von diesem gehen wieder Fortsätze aus, die sich theilen und mit einem Fadennetz in der Belegungsmasse verbinden, aus welchem sich die Spiralfaser zusammensetzt. Nach Courvoisier steht auch die Spiralfaser durch ein Fadennetz mit dem Kernkörperchen in Verbindung. Kollmann und Arnstein sahen beim Frosch den breiten geraden Fortsatz der Ganglienzelle in dem Inneren des Kerns knopfförmig angeschwollen endigen und in dieser Weise das Kernkörperchen bilden. Von letzterem gehen übrigens bis zu drei blasse starre Fortsätze aus, welche durch den Kern ziehen und in dem körnigen Zellenprotoplasma ohne vorhergehende Theilung unsichtbar werden. J. Arnold fand dann bei frischen naekten Ganglienkörpern das Kernkörperchen ein rundes, glänzendes, fast immer einen, zuweilen mehrere Flecke einschliessendes Korn darstellen; von diesem gehen feine matte Fäden aus, welche radiär die Kernsubstanz durchsetzen und in der Belegungsmasse noch ziemlich weit gegen die Basis des Ganglienkörpers sich verfolgen lassen. Kölliker konnte die vom Kernkörperchen ausgehenden Fasern nicht wiederfinden, wollte ihr Vorhandensein aber nicht ganz in Abrede stellen. Friedländer sah hingegen beim Frosch oft Fortsätze vom Kernkörperchen durch den Kern und die Zellensubstanz in verschiedener Richtung verlaufen. Bidder schloss sich den Angaben Arnolds und Courvoisiers über ein vom Kernkörperchen ausgehendes, an die Oberfläche der Zelle gelangendes und dieselbe umspinnendes Netz an. Courvoisier verharrte bei seinen Angaben über die aus dem Kernkörperchen tretenden feinen starren Fäden; er konnte jetzt aber nicht mehr das Fadennetz (das intermediäre Netz) wiederfinden, welches diese Nucleolarfäden und die Anfangsfibrillen der Spiralfaser verbinden sollte. Hoffmann sah sowohl die radiären, vom Kernkörperchen ausgehenden und den Kern durchsetzenden Fäden, die sich ihm im Zelleninhalt zu verlieren schienen, als auch den Zusammenhang

des Axencylinders mit dem Kernkörperchen. Auch S. Mayer erkannte gar nicht selten vom Kernkörperchen ausstrahlende, ziemlich zahlreiche, feine Fäden, welche mit den feinen, nicht aber mit den dickeren Zellenfortsätzen in Verbindung stehen; in einzelnen Fällen meinte er aber auch den Zusammenhang der geraden Faser (beim Frosch) mit dem Kernkörperchen nachweisen zu können.

Ueber die Gestalt der sympathischen Ganglienzellen sowie besonders über die Anzahl und Beschaffenheit ihrer Ausläufer liegen zahlreiche, unter sich verschiedene Angaben der Histologen vor. Lauth nannte sie rundliche Massen; Valentin beschrieb sie als Kugeln, die bald rund oder rundlich, bald länglich, bald an einer Seite abgerundet wären, an der anderen in einen schwanzförmigen Anhang ausliefen. Purkinje sah sie theils kuglig, theils rundlich-eckig, mit oder ohne Fortsätze. Nach Volkmann sind sie fast ganz rund, selten etwas oval; er fand nie Nervenfasern in den Kugeln endigen. Nach Rosenthal und Purkinje stehen ebenfalls die Ganglienkugeln in keiner Continuität mit den sympathischen Fasern, sondern sie werden von denselben nur umfasst. Nach Remak sind die röhrigen Nervenfasern nur durchgehend und umspinnend, mit den Kugeln in keinem näheren Verhältniss stehend; dagegen laufen von letzteren theils Bündel aus, welche den Primitivfäden nicht unähnlich sind, deutlich aber aus sehr feinen, nicht röhrenförmigen Fibrillen, in welche sie leicht zerfallen, zusammengesetzt erscheinen, und bald in ihrem Verlaufe ähnliche Knötchen und Körperchen zeigen wie die organischen Fasern, in welche sie übergehen; theils gehen von mehreren Stellen der Ganglienkugeln sehr feine Fasern aus, welche oft schon bei ihrem Ursprung mit Knötchen versehen sind und in organischen Fasern sich fortsetzen. Zuweilen sah er zwei Kugeln durch eine Commissur verbunden. Nach Valentin stehen nun aber die organischen Fasern in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit den Ganglienkugeln; nach ihm können zwei oder mehrere Kugeln durch Commissuren verbunden sein, wobei wahrscheinlich eine Trennung von der Mutterkugel stattfindet. Henle beschrieb die Ganglienkugeln als nur selten wirklich kugelige, viel häufiger eiförmige, drei- oder viereckige, prismatische oder anders gestaltete Körperchen, an welchen zuweilen breite und allmählig zugespitzte Fortsätze zu sehen sind. Nach Hannover sind die Ganglienzellen rund oder oval, nur selten mit schwanzförmigen Ausläufern versehen; von ihnen gehen vegetative Nervenfasern aus. Bendz erwähnt die Ganglienkugeln als rundlich, oft mehr oder weniger länglich, und nicht selten mit schmalen zugespitzten Verlängerungen versehen, die zuweilen in Nervenfasern überzugehen scheinen. Robin unterschied (bei Rochen, aber auch bei höheren Wirbelthieren) wie in den Spinalganglien zwei Arten von Ganglienkugeln, grosse und kleine, welche constant nach zwei entgegengesetzten Seiten hin je mit einer breiten und einer schmalen Nervenröhre zusammenhängen; die kleineren Kugeln sind überwiegend. Auch nach R. Wagner entspringen von den beiden Polen jeder Kugel Primitivfasern, die bisweilen auf eine grössere Strecke zu verfolgen sind. Nach Bidder gehen (bei den von ihm als sympathisch aufgefassten Ganglienkugeln der Trigeminus- und Vagusganglien der Fische) die sympathischen Nervenröhren entweder von zwei entgegengesetzten Polen der Ganglienkugeln aus, oder aber sie münden nahe neben einander. Ludwig sah in den Herznerven des Frosches die Ganglienkugeln sehr häufig mit Fortsätzen versehen, die in Nervenröhren übergehen; die bei Weitem meisten zeigen nur einen Fortsatz; ob aber ein zweiter vorhanden und nur abgerissen ist, liess sich nicht ermitteln; ebenso häufig sehe man keinen Zusammenhang der Ganglienkugel mit dem Primitivrohr. Nach Lieberkuehn besitzen die Zellen Ausläufer, die das Aussehen einer Nervenfaser haben; man findet nicht selten einen einzigen, zuweilen zwei einander entgegengesetzt ausgehende; über seine Ansichten vom Zusammenhang dieser Ausläufer mit dem Kern und dem Kernkörperchen ist schon berichtet worden. Stannius sah bei Fischen Ganglienkörper mit zwei Polen, indem zwei feine Nervenröhren einen Bogen bildeten, dessen Spitze durch einen sie verbindenden Ganglienkörper bezeichnet werde. Nach Kölliker enthalten die sympathischen Ganglien fast keine bipolare Zellen, hingegen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge; die Zellen sind hier durchschnittlich kleiner als bei den Spinalganglien. Remak beschrieb an den grossen Ganglienkugeln theils breitere, nicht gangliöse Fortsätze, die vielleicht in dunkelrandige Fasern übergehen, theils feine, gangliöse, sehr zahlreiche (bis zu fünfzig und darüber) Axenschläuche, die von der Zellensubstanz entspringen. Nach Axmann sind die Ganglienkugeln oft ohne alle, häufig mit einem, seltener mit zwei (nie aber mit mehr) in Nervenprimitivröhren auslaufenden Fortsätzen versehen. Nach Gerlach sind die fraglichen Zellen apolar, unipolar oder bipolar. Nach einer späteren Mittheilung Remaks schwankt die Zahl der Fortsätze zwischen drei und zwölf; sie theilen sich und haben die Eigenschaften der Axencylinder; mittelst ihrer Fortsätze gehen auch diese Zellen in Axencylinder dunkelrandiger Nervenfasern über; neben den multipolaren Zellen bemerkt man auch bei Säugethieren und Plagiostomen bipolare, ebenso wie unipolare; die Fortsätze verästeln sich bald in viele Fasern. Nach Leydig sind die Ganglienzellen multipolar, nach Frey theils apolar, theils unipolar, theils bipolar, und endlich auch multipolar. J. Arnold fand die Ganglien-

zellen der Froschlungennerven glockenförmig mit einer unteren weiten Zugangsöffnung; in letztere trete regelmässig eine schmale dunkelrandige Nervenfaser ein, die sich da eine Strecke weit verfolgen lässt; ausserdem treten fast regelmässig aus der Glocke sehr schmale blasse Fasern, welche sich spiralig um die eintretende Faser winden und im Nervenstamme sich verlieren. Gleichzeitig beschrieb Beale diese Zellen des Froschsympathicus als grosse birnenförmige Zellen, von deren unterem Theil zwei Fasern ausgehen, eine gerade dickere, mit dem Zellenkörper verbundene und eine (oder mehrere) spiralig um die erstere sich windende, mit der äusseren Zellenpartie zusammenhängende; beide Faserarten verbinden sich sowohl mit doppelrandigen, wie mit blassen Nervenfasern. Apolare und unipolare Nervenzellen kommen nach Beale nicht vor. Nach Krause gehören die Spiralfasern in das Bereich der elastischen Fasern, der Falten des Neurilems u. s. w. Klebs sah grosse Ganglienzellen, die durch einen Spalt ganz oder theilweise in zwei Hälften getheilt waren; jeder von ihnen gehörte ein Kern an. Er wollte sie am Liebsten als durch Verschmelzung zweier Zellen entstanden auffassen. Nach J. Arnold ist die Form der Froschzellen rundlich, oval oder eckig; der gerade Fortsatz geht in eine dunkelrandige Nervenfaser über; die Spiralfaser ist eine marklose, nur aus dem Axencylinder bestehende Bildung, welche in der Nähe der Rindensubstanz sich theilt und Fäden aussendet, welche häufig die Zelle spiralig umwinden und sich netzförmig anordnen, um sich dann in die Zellensubstanz einzusenken. Apolare Zellen konnte Arnold nie finden. Nach Courvoisier stehen die sympathischen Zellen entweder nur an einem Pol (beim Frosch), oder an mehr als zweien (bei den übrigen Wirbelthieren) in Verbindung mit je zwei Fasern, deren eine (die gerade) nach Verlust ihrer Fettscheide die Zellensubstanz durchsetzt und im Kern endet, während die andere (die spiralige) durch ein Fadennetz mit dem Kernkörperchen zusammenhängt; an anderen Stellen entspringen auch aus dem Fadennetz Commissurenfäden, welche die Zellen unter einander verbinden. Sander trat gegen die Lehre von der nervösen Natur der Spiralfaser der sympathischen Froschganglienzellen auf, sowie gegen das Vorhandensein des Netzes, aus dem sie hervorgehen sollte; beide Erscheinungen seien optische Täuschungen, durch Risse und Falten hervorgebracht. Apolare Zellen sind nach ihm hier nicht vorhanden. Nach Kollmann und Arnstein finden sich beim Menschen und bei den Säugethieren nur multipolare Zellen. Beim Frosch sind nach ihnen die Zellen bipolar oder multipolar; der breite gerade Fortsatz wird früher mit Nervenmark umgeben als der schmälere, spiralig umwindende; letzterer entstehe aus einem Fadennetz. J. Arnold beschrieb dann die sympathischen Ganglienkörper des Frosches näher; von der Basis des Körpers gehen zwei oder mehr Fasern aus, von welchen die eine den Character eines Axencylinderfortsatzes besitzt (und wie dieser mit dem Kernkörperchen durch ein blasses Band zusammenhängt), während die andere spiralig um jene gewunden ist. Letztere ist nach ihm ebenfalls nervöser Natur und verliert sich an der Basis des Körpers in einem körnig-fibrillären Gewirr, welches einem Fadennetz entspricht, aus dem diese Faser ihren Ursprung nimmt; dadurch verliere die Ansicht, welche in dieser Zeichnung die Contouren von Epithelien erkenne, an Wahrscheinlichkeit. Kölliker sah an den Netzen der Spiralfasern der Froschzellen einige, ja selbst viele Kerne; es schien ihm, als ob diese Fasernetze mit ihren Kernen eine besondere innere Scheidenbildung um die fraglichen Zellen darstellen; er wollte aber kein bestimmtes Urtheil abgeben, weil er in einem Falle eine Zelle mit zwei Nervenausläufern, von denen einer spiralig verlief, gesehen hatte. Ueber die sympathischen Ganglienzellen im Allgemeinen äussert er, dass sie vorwiegend unipolar, seltener bipolar seien; sicher apolare Zellen fänden sich in Menge. Friedländer sah an Herzganglienzellen des Frosches aus einem Pole zwei Nervenfasern ausgehen und in verschiedener Weise, oft in spiraligen Windungen, verlaufen; die Spiralfaser theile sich häufig beim Eintritt in die Zelle; das Netzwerk Arnolds und Courvoisiers konnte er aber nicht finden; dagegen sah er ganz bestimmt den Uebergang der Spiralfaser in die Zellensubstanz. Die gerade Faser besitzt nach ihm schon lange vor ihrem Eintritt keine Markscheide mehr; die Commissurenfäden Courvoisiers konnte er nicht erkennen. Beim Hunde fand Bidder oblonge, entgegengesetzt bipolare Ganglienzellen, aber auch tripolare, von welchen zwei Fortsätze neben einander ausgingen; ob die Fortsätze mit Myelinscheide versehen seien, blieb ihm zweifelhaft; dagegen sah er mehr oder weniger bestimmte Andeutungen von Spiralfasern. Nach Schwalbe haben die Ganglienzellen der Säuger keine Spiralfasern; die Zellen dieser Thiere seien durch ihre Multipolarität ausgezeichnet. In einem Falle konnte er einen, dem »Axencylinderfortsatz« entsprechenden Fortsatz nachweisen. Die Spiralfasern der Froschzellen sind theils nervöse, aus der Zellsubstanz entspringende, keine oder nur einige Touren um die gerade Faser machende, theils solche, die als Verdickungen der Scheide aufzufassen sind und sich aus dem Fasernetz am Grunde der Zelle entwickeln; im ersteren Falle seien die Zellen bipolar, im letzteren unipolar, und dies sei häufiger. Courvoisier suchte die Nervosität der Spiralfasern, aber auch seine Ansicht über die Commissurfasern aufrecht zu erhalten. Das die Kernkörperchenfäden und die Anfangsfibrillen der Spiralfasern verbindende Netz konnte er indessen nicht mehr finden; die Spiral-

fasern enthielten eigenthümliche Kerne. Er sah die gerade und die spiralige Faser stets blass an die Zelle herantreten; die sympathischen Zellen sind nach ihm bipolar. Hoffmann konnte (beim Frosch) die gerade Faser in keine markhaltige Nervenfaser übergehen sehen; die Spiralfaser sah er aber öfters einerseits in eine echte Nervenfaser und gegen die Nervenzelle hin durch wiederholte Theilung in ein Fasernetz sich fortsetzen, welches sich auf dem Protoplasma der Zelle verlor. Die sympathischen Nervenzellen des Kaninchens fand er bipolar. Nach Stieda ist bei Vögeln die Form der fraglichen Zellen wechselnd; sie besitzen mehrere, oft bis zu vier, Fortsätze, welche direct in den Axencylinder übergehen. Ein Zusammenhang zwischen letzterem und dem Kern findet sich nicht, ebenso wenig wie spiralige Fasern; dasselbe sei bei Fischen, Fröschen, Säugern der Fall, weshalb er auch meint, dass es bei den sog. Spiralfasern sich nur um bindegewebige Elemente der Hülle handele. Bidder erkannte bei der Katze (Ganglion coeliacum) bedeutende Differenzen in Form, Grösse, Lagerung und Verbindung; in geringer Zahl fänden sich spindelförmige, bipolare Zellen, niemals unipolare; dagegen quader- oder würfelförmige, reihenweise in Bündel gelatinöser Fasern angeordnete Zellen. In überwiegender Menge sah er endlich unregelmässig runde oder eckige und vielstrahlige Zellen mit mindestens einem Dutzend Fortsätze. Er glaubt an die Existenz eines in den meisten Fällen vorhandenen Axencylinderfortsatzes, wie an die der Commissurenfasern der Zellen. Beim Hunde konnte er den Spiralfasern analoge Gebilde als regelmässige Begleiter der Axencylinderfortsätze nicht nachweisen. Langerhans überzeugte sich beim Frosch von dem Vorhandensein einer nervösen Spiralfaser. Wir sahen beim Frosch und der Kröte die Spiralfaser constant in eine mit Myelinscheide versehene Nervenfaser übergehen; andere Spiralfasern, aus Bindegewebe oder dergl., konnten wir nie wahrnehmen, wogegen die gerade, so weit wir sie verfolgen konnten, ihre blasse Beschaffenheit behält; nie sahen wir die Spiralfaser an der Ganglienzelle in ein Fasernetz übergehen. Beim Menschen fanden wir die Ganglienzellen von verschiedener Grösse und Form, indem sie bald rundlich oder oval, bald birnen-, bald spindelförmig sind und constant mehrere Ausläufer von verschiedener Dicke haben; nie sahen wir letztere in myelinhaltige Nervenfasern übergehen. Durch Schrumpfung der Zellen innerhalb der Kapseln treten feine körnige Fäserchen, welche von den Zellen zur Kapselwand überspringen, hervor. Nach S. Mayer ist die Mehrzahl der sympathischen Ganglienzellen multipolar; die Fortsätze gehen zum Theil in Nervenfasern über, zum Theil dienen sie zur Verbindung von Ganglienzellen unter einander. Spiralfasern kämen nicht bei allen Zellen des Frosches vor; die Fortsätze entsprängen immer aus der Zellensubstanz selbst. Die sehr variirende Grösse der Ganglienzellen und das Vorkommen diffuser feinkörniger Massen mit zahlreichen eingestreuten glänzenden Körpern u. s. w. deute auf rege Entwickelungsvorgänge in den Ganglien; apolare Ganglienzellen kämen vor und seien Entwickelungsformen. Lavdowsky beschrieb ebenfalls Kernnester im Sympathicus des Frosches und hielt sie für sich entwickelnde Ganglienzellen. Nach Robin können die Zellen mit einer centralen und mit zwei oder gar drei peripherischen Nervenröhren sich verbinden. Nach Arndt sind die Ganglienzellen von wechselnder Grösse; sie sind oft flach, plattgedrückt und gewöhnlich multipolar; bei Säugethieren sah er bis zu acht Fortsätzen, die Mehrzahl zähle drei bis vier, viele seien auch bipolar, die kleineren aber unipolar; er sah die Fortsätze nie in markhaltige Nervenfasern übergehen, dagegen fand er häufig eine, und zwar wiederholte, dichotome Theilung. Apolare Ganglienzellen kommen nach ihm vor und sind rudimentäre Bildungen. Alle mit zwei oder mehreren Fortsätzen versehene Ganglienzellen sind nach Arndt keine einfache Zellen, sondern entsprechen Zellencomplexen. Nach Schmidt gehen von den sympathischen Ganglienzellen zwei bis vier gröbere Fortsätze aus, welche wahrscheinlich in markhaltige Nervenfasern übergehen, und daneben zahlreiche feinere, nur aus ein bis zwei Fibrillen bestehende, welche in der Hülle der Zelle ein Netzwerk bilden; von letzterem gehen zahlreiche Fäserchen aus, welche theils eine Verbindung mit angrenzenden Zellenkapseln darstellen, theils sich den gröberen Fortsätzen anschliessen. Nach Frey erhält der gerade Fortsatz (Axencylinderfortsatz) der sympathischen Ganglienzellen des Frosches nachher eine Markscheide. Ob die Spiralfaser elastischer oder, was wahrscheinlicher, nervöser Natur sei, bleibt nach ihm zunächst unentschieden. Apolare Ganglienzellen kämen gar nicht vor oder seien als Entwickelungsformen anzusehen.

Auch die Kapsel der sympathischen Ganglienzellen wurde zuerst von Valentin erwähnt; er bespricht sie als eine äussere, mehr oder weniger feine, zellgewebige Hülle. Nach Purkinje haben die gangliösen Körperchen eigene zellige oder gar fasrige Hüllen. Volkmann erwähnt ebenfalls an den Kugeln eine Schale oder Hülse. Schwann spricht von einer deutlichen Zellenmembran der Kugeln. Valentin suchte darzulegen, dass die Scheide der Ganglienkugeln mit den von Remak beschriebenen organischen Fasern identisch sei; es bestehen nach Valentin diese Scheiden aus vielen über einander gelagerten Lamellen von Fasern. Nach Henle liegen die Kugeln in besonderen, regelmässig

angeordnete Kerne enthaltenden Hüllen. Hannover erwähnt an den Ganglienzellen eine aus kleinen Tafeln zusammengesetzte Membran, an deren Innenfläche ein oder mehrere, etwas ovale Kerne sitzen. Nach Bendz haben die Zellen eine eigene bindegewebige Bekleidung, in welcher sich mehr oder weniger Kerne finden. An den grossen Kugeln sah Robin eine Hülle, welche nur sehr selten von einer Schicht ungefärbter, kernloser Zellen inwendig ausgekleidet war; die kleinen Kugeln zeigen nach ihm nicht wie die der Spinalganglien eine Schicht von kernhaltigen Zellen. Lieberkuehn sah an den Froschganglienzellen eine Scheide, in welcher weder Zellen noch Fasern zu sehen sind und die in die Scheide der Nervenfasern übergeht. Axmann erwähnt an den Ganglienzellen eine in der Regel structurlose, zuweilen mit kleinen platten Kernen versehene Membran, welche in die Scheide der Nervenröhren sich fortsetzt. Nach Remak besteht die Scheide der Ganglienzellen aus einer weichen Zellenschicht und einer festen Membran. Max Schultze beschrieb an den fraglichen Zellen eine besondere Scheide, Neurolemma, die mit dem Neurolemma oder der Schwannschen Scheide der Nervenfasern zusammenhänge. J. Arnold sah an den sympathischen Froschlungenzellen eine ziemlich dicke, aber vollständig homogene Bindegewebshülle mit länglichen Kernen, welche durch Längsfäden mit einander in Verbindung stehen. Später beschrieb er sie als eine den Zellen bald mehr, bald weniger dicht anliegende, bald kernhaltige bald kernlose, homogene, dünnere oder dickere Scheide, welche eine Fortsetzung des »Neurilemma» der zutretenden Nervenfaser sei. Sander sah beim Frosch stets innerhalb der Kapsel eine kernlose, doppelt contourirte Hülle. Nach Kollmann und Arnstein ist beim Frosch die Hülle der sympathischen Ganglienzellen kernhaltig und verschieden dick; frisch ist sie kaum nachweisbar; sie geht unmittelbar in die Membran des Stiels über. Fraentzel erhielt an den Zellen des Menschen, Hundes und Kaninchens durch Versilberung die Zeichnung unregelmässig polygonaler Felder, welche einem die Kapsel inwendig auskleidenden Plattenepithel entsprächen. Nach J. Arnold darf man annehmen, dass die Hüllen der Ganglienkörper aus Zellen sich aufbauen, die zu einer homogenen Membran verschmelzen, in der theils Kernbildungen theils ein Netz anastomosirender dunkler Linien (Fäden) zurückbleibt, während eigentlich zellige Bestandtheile an den ausgebildeten Hüllen vollständig mangeln; in derselben Weise verhielten sich auch die Scheiden der zutretenden Nervenfasern. Courvoisier erwähnt, zwei bis drei kleinere Ganglienzellen in der gemeinschaftlichen Kapsel einer ausgebildeten Zelle gesehen zu haben. Henle und Merkel fanden sich veranlasst anzunehmen, dass die die Nervenzellen der Ganglien trennenden Scheidewände kuglige Kerne enthalten, welche sich in gewissen Fällen zu einem Epithelium entwickeln. Durch Versilberung erhielten sie die Fräntzelschen Netze; sie meinten aber auch freie Kerne zwischen der Ganglienzelle und der Wand des Hohlraums gesehen zu haben. Nach Max Schultze liegt jede Zelle in einer kernhaltigen Kapsel von Bindegewebe, welche die Fortsetzung der Schwannschen Scheiden der zutretenden Nervenfasern ist. Nach Stieda besitzen die fraglichen Nervenzellen eine kernhaltige bindegewebige Hülle, deren Kerne aber länglicher und viel spärlicher als bei den Spinalganglienzellen, wogegen die Kerne der Nervenfaserhüllen reichlicher seien. Wir beschrieben die Kapseln der sympathischen Zellen beim Menschen als aus dünneren, platteren, mehr endothelähnlichen Zellen bestehend, als bei den der Spinalganglien. Die Kapselkerne seien deshalb spärlicher, aber doch von einer Protoplasmazone umgeben. Nach S. Mayer besteht die Kapsel aus Bindegewebe, in welchem öfters sich Kerne eingestreut finden; zuweilen zeigt diese Hülle eine concentrische Schichtung mit eingestreuten Kernen. Robin beschreibt sie als homogen, feinkörnig, streifig und mit kleinen Kernen in ihrer Substanz versehen. Nach Arndt sind die Ganglienkörper von besonderen Hüllen umgeben; bisweilen aber wären zwei, drei oder mehr in eine gemeinsame Hülle eingeschlossen.

Histologische Beschreibung.

Die sympathischen Ganglienzellen des Menschen.

(Taf. XVIII Fig. 1, 2; Taf. XIX Fig. 1—12.)

Wie bei der Schilderung vom Baue der cerebrospinalen Ganglienzellen und Nervenfasern, werden wir auch bei der Darstellung der sympathischen Ganglienzellen von den Verhältnissen beim Menschen ausgehen, um dann im Anschluss an dieselben diejenigen der von uns untersuchten Thiere in Betracht zu ziehen.

Die von uns bei der Untersuchung der sympathischen Ganglien benutzten Methoden sind ganz dieselben gewesen, wie bei der der cerebrospinalen; wir verweisen deswegen in Betreff näherer Angaben auf das bei diesen Gesagte. Die besten Methoden und Erhärtungsmittel waren auch hier entweder Behandlung mit Müllerscher Lösung und dann mit Alkohol, oder mit Ueberosmiumsäure (entweder nur Einlegen oder Stichinjection) ohne oder mit folgender Alkoholerhärtung, oder Behandlung mit Bealeschem Carmin (theils einfach, theils, und am besten, nach der Ueberosmiumsäure-Erhärtung); besondere Vorzüge hatte auch hier die Behandlung mit Chloroform, theils einfaches Einlegen, theils mittelst Stichinjection.

Die Zellensubstanz der sympathischen Ganglienzellen zeigt ganz dieselbe Zusammensetzung wie die der cerebrospinalen. 12—24 Stunden nach dem Tode in indifferenten Flüssigkeiten untersucht, erscheint sie mehr oder weniger deutlich feinkörnig, farblos oder schwach graugelblich glänzend. Durch Behandlung mit verschiedenen Reagenzien, besonders Ueberosmiumsäure, wird die Zellensubstanz etwas dunkler und ihre körnige Beschaffenheit tritt schärfer hervor. Bei stärkeren Vergrösserungen sieht man dann, besonders an dünnen Stellen, dass sie aus einer farblosen, hellen, homogenen Zwischensubstanz und aus in letztere eingebetteten, äusserst zahlreichen, fast farblosen oder graugelblich glänzenden, stark lichtbrechenden Körnchen besteht. Diese Körnchen zeigen keine bestimmte Anordnung, sondern liegen nur dicht neben einander durch sehr schmale Partien der Zwischensubstanz getrennt. Man vermag mithin keine bestimmte Vertheilung derselben zu Gruppen oder Reihen zu erkennen. Zwar glaubt man zuweilen hie und da eine Reihenanordnung spüren zu können; ob aber eine solche wirklich vorhanden ist, lassen wir dahin gestellt, da sie leicht die Folge einer Täuschung sein kann. Durch Behandlung mit Chromsäure entsteht oft, wie bekannt, eine concentrische Streifung, eine Fibrillirung, in der Zellensubstanz; dies rührt aber unserer Ansicht nach von der Einwirkung des Reagenzes her. Wir betrachten also die Körnchen auch nicht als optische Querschnitte von Fäden, welche die Zellensubstanz in verschiedenen Richtungen durchziehen. Wie bei den Spinalganglien konnten wir übrigens keine Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Körnchen unter einander wahrnehmen. Sie erschienen uns immer als solide rundliche Körperchen von ungefähr gleicher Grösse, die aber so klein sind, dass sie an der Grenze der Messbarkeit stehen. Nie sahen wir bei scharfer Einstellung des Focus in ihrem Inneren einen dunkleren Körper, nie schwanzartige Ausläufer derselben; Bilder, die auf eine solche Beschaffenheit hindeuten, bekommt man zwar bei nicht scharfer Einstellung des Focus, indem dabei theils kreisförmige Zeichnungen rings um die Körnchen erscheinen, theils in höheren oder tieferen Schichten liegende, undeutlich hervortretende Körnchen als Anhänge der scharf eingestellten Körnchen imponiren; bei Aenderung des Focus erweist sich aber, dass hier nur eine optische Täuschung vorliegt. Auch den übrigen neulich von Arndt aufgestellten Ansichten betreffs des Baues der Zellensubstanz können wir uns nicht anschliessen. Nie sahen wir eine Vertheilung derselben in Central- und Lateralsubstanz, nie fanden wir die Sphäroiden und Ellipsoiden. Immer erhielten wir nur eine ziemlich gleichmässige Vertheilung der ebenfalls gleichmässig gebauten Körnchen in der ganzen Zellensubstanz, sowohl im Inneren als an den Rändern der Zellen. Wir können uns deswegen nicht erklären, wie die Ansicht von einer Central- und Lateralsubstanz entstanden ist; möglicherweise könnte indessen die protoplasmatische Zellenschicht der Kapseln zu der Auffassung der Lateralsubstanz Veranlassung gegeben haben. Gegen die äussere Grenze der Zellensubstanz giebt es übrigens keine besonders differenzirte Flächenschicht, keine Membran u. dergl.; die Doppelcontour, welche man zuweilen zu sehen glaubt, ist nur die Folge der optischen Täuschung. In der Zellensubstanz der sympathischen Ganglienzellen sieht man nun nach unserer Ansicht nichts Anderes als die beschriebenen Körnchen und die letztere verbindende Zwischensubstanz. Es finden sich also hier keine Fadenbildungen, keine Netze u. dergl. Durch Einwirkung von gewissen Reagenzien, z. B. Wasser, schwachen Ueberosmiumsäurelösungen u. s. w., entstehen aber in der Zellensubstanz helle Bläschen, welche als vacuolenartige Bildungen erscheinen. Andere Reagenzien, wie Goldchlorid, Chloroform u. s. w., ebenso wie Rosanilin, haben auf diese Zellen dieselbe Einwirkung wie auf die der cerebrospinalen Ganglienzellen. Risse und Spalten entstehen zuweilen, wie bei diesen, in der Substanz der sympathischen Zellen, besonders nach stärkerer Erhärtung; dass sie mitunter für Fäden u. dergl. genommen werden können, ist auch hier möglich.

In die beschriebene Zellensubztanz der sympathischen Ganglienzellen ist der Haufen von Pigmentkörnchen eingebettet. Wie bei den cerebrospinalen Zellen liegt er gewöhnlich an der einen Seite und an der Oberfläche der Zellensubstanz. Er ist von wechselnder Form und Grösse; bald ist er nur zu einer geringeren Partie beschränkt, bald erstreckt er sich weit gegen die Mitte der Zelle und den Kern hin. Die Körnchen sind rundlicher oder ovaler Gestalt, von etwas wechselnder Grösse, indem sie bei einer Zahl von Zellen viel grösser sind als bei einer anderen.

Sie sind glänzend, gelb oder braungelb, brechen stark das Licht und liegen gewöhnlich dicht gedrängt mit ziemlich bestimmter Begrenzung des Haufens; zuweilen sind sie indessen mehr zerstreut, wobei einzelne Körnchen vom übrigen Haufen getrennt weit hinaus in der Zellensubstanz vorkommen können.

Ausser diesem Pigmenthaufen liegt nun auch der Kern in die Zellensubstanz eingebettet. Beim Menschen fanden wir nur einen solchen. Er befindet sich entweder mehr central oder mehr peripherisch in der Zelle. Er ist von wechselnder Grösse; bei grösseren Zellen ist er in der Regel von bedeutenderem Umfang als bei kleineren, obwohl in dieser Hinsicht ein ganz bestimmtes Verhältniss zwischen dem Kern und der Zelle nicht obwaltet. Der Bau des Kerns stimmt mit dem der cerebrospinalen Ganglienzellen überein. Ohne Reagenzien untersucht, erscheint er ganz hell, farblos, durchsichtig und homogen; er ist scharf begrenzt, aber ohne wahrnehmbare Membran. Keine Ausläufer oder fadenartige Bildungen gehen von ihm aus. Nach Erhärtung zeigt er gewöhnlich eine ähnliche Beschaffenheit. Durch Ueberosmiumsäure wird er dunkler, bleibt aber gewöhnlich homogen; durch Chromsäure u. dergl. entstehen in seinem Inneren körnchen- und fadenartige Differenzirungen, welche nur künstliche Bildungen sind. Die Kernsubstanz ist nach unserer Ansicht festweich. Sie zeigt sich zwar gegen die Zellensubstanz scharf abgegrenzt; durch Reagenzien sahen wir aber auch keine äussere Membran hervortreten, ebenso wenig wie Ausläufer, die nach aussen in die Zellensubstanz verliefen. Einen den Kern umgebenden, hellen, körnchenfreien Raum sahen wir zwar bisweilen, halten ihn aber für künstlich entstanden. Die Gestalt des Kerns ist die einer etwas ausgezogenen Kugel; seltener findet man ihn abgeplattet.

Im Inneren des Kerns liegt das Kernkörperchen, entweder ganz central oder etwas peripherisch. Wie bei den cerebrospinalen Ganglienzellen ist es ein kugliges, glänzendes, stark lichtbrechendes, schwach gelblich oder grünlich-graues Gebilde. Seine Substanz erscheint homogen; nur dann und wann sieht man in ihr kleine dunklere Körperchen, die sog. Nucleololi, deren Vorkommen im frischen Zustande gar nicht sicher festgestellt ist; sie können nämlich durch Einwirkung von Reagenzien u. dergl. entstanden sein. Am Kernkörperchen sahen wir keine Membranbildung; es ist aber gegen die Kernsubstanz scharf abgegrenzt. Keine Ausläufer gehen vom Kernkörperchen, weder in die Kernsubstanz, noch in die Zellensubstanz aus. Beim Menschen sahen wir nur ein Kernkörperchen in jedem Kern der sympathischen Ganglienzellen.

Beim Messen einer Menge von Ganglienzellen fanden wir eine Variation von 0.011 bis 0.05 Mm.; als Mittelmass könnte man 0.025 Mm. betrachten. Die Grösse des Kerns wechselte zwischen 0.006 Mm. und. 0.02 Mm.; im Mittel hält er 0.01 Mm. Das Kernkörperchen schwankt zwischen 0.0016 und 0.005 Mm., misst aber im Mittel 0.003 Mm. Um ungefähr das Grössenverhältniss zwischen der Zelle, dem Kern und dem Kernkörperchen anzugeben, haben wir hier die Messungen an einigen verschieden grossen Zellen zusammengestellt:

Zelle.	Kern.	Kernkörperchen.
Mm.	Mm.	Mm.
0.0128	0.0064	0.0016
0.016	0.008	0.0024
0.016	0.0096	0.0016
0.0176	0.0064	0.0024
0.0176	0.0096	0.0024
0.0192	0.0072	0.002
0.0192	0.008	0.0024
0.024	0.0096	0.0028
0.0256	0.0112	0.004
0.0288	0.0096	0.0028
0.0336	0.016	0.004
0.0352	0.0128	0.0032
0.0368	0.0112	0.0032
0.04	0.0144	0.0048
0.0448	0.0128	0.0032

Wir haben nun der Gestalt der Ganglienzellen sowie der so vielfach besprochenen und verschiedenartig beantworteten Frage von den Zellenausläufern zu gedenken. Die Gestalt der Zellen ist ziemlich wechselnd; bald ist sie rundlich, bald oval, bald spindelförmig, im Allgemeinen aber etwas unregelmässig, schwach höckerig; bisweilen

sind die Zellen etwas abgeplattet. Wenn man in dünnen Lösungen von Chromsäure oder chromsaurem Kali u. dergl. macerirte Ganglien zerzupft, bekommt man an den dadurch isolirten nackten Ganglienzellen in der Regel keine oder nur wenige anhaftende Ausläufer; letztere werden gewöhnlich mehr oder weniger abgerissen. Dann und wann findet man jedoch Zellen, von welchen ein oder mehrere Ausläufer ausgehen, die zwar oft schon in der Nähe ihrer Wurzel abgerissen, zuweilen aber sogar eine weite Strecke zu verfolgen sind. Da aber mithin die Zellen durch diese Präparation so leicht verstümmelt werden, ist es in der That sehr schwierig, bei solchen die ursprüngliche Zahl der Ausläufer zu bestimmen. Bei der am besten gelungenen Isolirung bekommt man indessen kaum weniger als zwei, gewöhnlich drei oder vier oder auch noch mehr Ausläufer. Diese entspringen von den Zellen als direkte Fortsetzungen der Zellensubstanz und mit einer gegen letztere kegelförmig verbreiterten Wurzel, um sich dann allmählig noch weiter zu verschmälern. Ihr Ursprung aus den Zellen ist gar nicht an bestimmte Stellen gebunden. Bald laufen zwei Ausläufer von zwei entgegengesetzten Enden der Zelle aus, während dabei oft ein dritter ungefähr mitten zwischen ihnen abgeht. Bald entspringen zwei nahe an einander von einer Seite der Zelle. Bald, und dies findet oft statt, geht ein Ausläufer von einem Ende, zwei von dem entgegengesetzten aus, während dabei oft ein oder einige dünne Ausläufer in den Zwischenräumen zwischen ihnen entspringen. In anderen Fällen gehen von jedem Ende und etwas von einander entfernt zwei Ausläufer aus. In noch anderen Fällen entspringen mehrere von einer Seite der Zelle, oder es nimmt eine grössere Zahl derselben von allen Seiten der Zelle ihren Ursprung. Kurz gesagt: es finden sich äusserst wechselnde Verhältnisse, für welche wir keine bestimmte Gesetze aufstellen können. Da aber die meisten Zellen mehr als zwei Ausläufer besitzen, kann man sie als in der Regel multipolar bezeichnen; diese Ausläufer gehen von der Zelle in mehr oder weniger verschiedenen Richtungen aus einander. Ihr Verlauf ist im Allgemeinen gestreckt und gerade. Am Querschnitt sind sie rund oder rundlich. Ihre Dicke ist wechselnd; von einer und derselben Zelle können sowohl breitere als schmälere Ausläufer entspringen; oft sind zwei oder drei breit, während ausserdem einige schmälere zwischen jenen sich finden. Bei dem Ursprung aus der Zelle zeigen sie dasselbe Aussehen wie die Zellensubstanz, indem die körnige Beschaffenheit letzterer eine Strecke weit in die Ausläufer sich fortsetzt. Bald nach dem Abgange werden aber die Körnchen spärlicher und treten dann nur in einzelnen Längsreihen in der Ausläufersubstanz auf. Diese hat nunmehr das Aussehen eines Axencylinders; sie ist graulich, fast homogen oder schwach und undeutlich der Länge nach gestreift. Nie konnten wir indessen eine solche Streifung in die Zellensubstanz hinein verfolgen. Nie sahen wir von den Ausläufern Fadenbildungen bis zum Kern oder gar zum Kernkörperchen treten; von derartigen Einrichtungen giebt es nach unserer Meinung gar nichts, sondern die Ausläufer sind, wie hervorgehoben, als unmittelbar aus der Zellensubstanz entspringend anzusehen. Wenn man nun die Ausläufer in ihrem Verlaufe verfolgt, sieht man an ihnen die geschilderte Beschaffenheit; obwohl ihre Ränder so ziemlich parallel und gerade sind, findet die oben erwähnte allmählige Verjüngung statt. Zuweilen theilen sich indessen die Ausläufer bald nach ihrem Austreten dichotomisch in zwei, mehr oder weniger gleich starke Zweige (Taf. XIX Fig. 3). In anderen Fällen geschieht diese Theilung erst später (Taf. XIX Fig. 1, 7) nach kürzerem oder längerem Verlaufe. In noch anderen Fällen entspringen von ihnen nur einzelne schmälere Zweige. Die Zweige treten in spitzem Winkel in verschiedenen Richtungen aus einander; sie theilen sich oft bald wieder und sogar zu wiederholten Malen dichotomisch. Andere Ausläufer gehen aber, soweit sie zu verfolgen sind, unverzweigt fort; ob diese sich nicht später theilen, müssen wir dahin gestellt lassen, halten aber eine solche Verzweigung für nicht unwahrscheinlich. Obgleich wir die Ausläufer oft auf weite Strecken verfolgen konnten, sahen wir nie eine Myelinscheide an ihnen auftreten; ob eine solche an denselben vorkommt, können wir mithin nicht entscheiden. Im Allgemeinen konnten wir bei den Ausläufern keine derartig verschiedene Beschaffenheit finden, dass wir unter ihnen verschiedene Arten aufzustellen vermöchten; wir sahen mithin keinen, welcher speciell als sogenannter »Axencylinderfortsatz« bezeichnet werden könnte. Ebenso wenig sahen wir beim Menschen den Spiralfasern der sympathischen Ganglienzellen des Frosches entsprechende Fasern. Wenn man die Zellen in ihrer natürlichen Lage an Schnittpräparaten der gehärteten Ganglien betrachtet, findet man häufig die Zellen geschrumpft und ohne Ausläufer, indem letztere bei der Schrumpfung abgerissen sind. Zuweilen gelingt es aber an solchen Präparaten die Ausläufer wenigstens zum Theil mit den Zellen zusammenhängend zu finden (Taf. XVIII Fig. 1, 2). Man sieht dann bald nur einzelne, bald mehrere, bald sehr zahlreiche Ausläufer von verschiedenen Seiten und in verschiedener Tiefe der Zellen entspringen. An diesen Präparaten gelingt es zwar oft die Ausläufer eine ziemlich weite Strecke in der Zwischensubstanz zu verfolgen; sie vermischen sich aber früher oder später mit

den übrigen Faserbildungen, Nervenfasern und Bindegewebe, so dass ihr weiterer Verlauf nicht bestimmt werden konnte; nie sahen wir aber auch hierbei dieselben sich mit einer Myelinscheide umgeben.

Um jede sympathische Ganglienzelle findet sich eine Kapsel, welche im frischen, natürlichen Zustande der Grösse und Gestalt der Zelle ziemlich genau zu entsprechen scheint. Die Kapseln sind deswegen sehr verschieden gross und von rundlicher, ovaler oder unregelmässiger Gestalt, je nach der der betreffenden Ganglienzellen. Jede Kapsel besteht aus einer Membran und einer letztere inwendig bekleidenden Zellenschicht. An Schnittpräparaten tritt die Kapsel oft nicht deutlich als besondere Bildung hervor, sondern erscheint mehr als eine Grenzschicht des umgebenden Gewebes. An Zerzupfungspräparaten der mit dünnen Chromsäurelösungen u. dergl. behandelten Ganglien oder vielleicht noch besser nach Stichinjection von Ueberosmiumsäure in das Gangliengewebe, bekommt man sehr schön die Kapseln mit den eingeschlossenen Ganglienzellen in isolirtem Zustande (Taf. XIX Fig. 1—6, 9, 10). Diese isolirten Kapseln erscheinen dann als helle freie Blasen, deren Wand oder Membran sehr dünn, klar, homogen und elastisch ist; sie knickt zuweilen in steife Falten zusammen. An ihrer Innenseite finden sich rundliche oder ovale Kerne von 0.007 Mm. Grösse, welche ins Innere des Kapselraums von der Wand ein wenig einschiessen. Diese Kerne sind zuweilen ziemlich zahlreich vorhanden; gewöhnlich sind sie aber nur spärlich; jedenfalls ist ihre Anzahl viel geringer als bei den cerebrospinalen Ganglienzellen. Sie liegen etwas unregelmässig über die Innenfläche zerstreut, indem bald mehrere nahe an einander sich finden, bald aber grosse Zwischenräume zwischen ihnen vorhanden sind. Rings um die Kerne tritt gewöhnlich nach Anilinfärbung eine schwache, röthliche, körnige Zone hervor, welche nach den Seiten hin mehr unbestimmt in einen äusserst dünnen und undeutlich körnigen Anflug übergeht, der die ganze übrige Innenfläche der Kapsel bedeckt. Hie und da findet man ausserdem an der Kapselinnenfläche Andeutungen von sehr schwach entwickelten, äusserst dünnen Faserzügen, die als sich kreuzende Streifen erscheinen. Die schwachen körnigen Zonen um die Kerne entsprechen mithin dem Zellenprotoplasma der die Kapsel inwendig auskleidenden Zellenschicht. Diese Schicht, wenn sie wirklich trotz ihrer Dünnheit so benannt werden darf, entspricht offenbar der die Kapseln der cerebrospinalen Ganglienzellen inwendig auskleidenden protoplasmatischen Zellenschicht, obwohl sie bei den sympathischen Ganglienzellen viel schwächer vertreten ist und weit mehr den gewöhnlichen Häutchenzellen ähnelt. Nie sahen wir bei den sympathischen die Kapselzellen mehr als eine Lage bilden. Durch Versilberung erhält man ganz wie bei den cerebrospinalen Ganglienzellen eine Zeichnung schwarzer Linien an den Kapseln; diese Linien umschliessen zwar kleinere Felder, sind aber gewöhnlich so unregelmässig, dass man sie nur schwer als Zellengrenzen deuten kann; in einzelnen Fällen ist indessen diese Zeichnung regelmässiger und lässt sich auf Zellenfelder zurückführen.

Wie bei den cerebrospinalen Ganglienzellen haben wir auch hier die Frage zu erörtern, ob die Kapseln von den sympathischen Ganglienzellen ausgefüllt werden oder nicht. Bei den in frischem, unerhärtetem Zustande untersuchten Zellen sieht man gewöhnlich keinen oder nur einen sehr geringen Raum zwischen Zelle und Kapsel. Bei den in Müllerscher Lösung, Chromsäure, Alkohol, Ueberosmiumsäure erhärteten liegen hingegen die Zellen frei in ihren Kapseln, welche von ihnen weit abstehen und für sie eine geräumige Höhle bilden. Im letzteren Falle findet man die Oberfläche der Zellen bald ziemlich eben, bald mehr oder weniger höckerig; von derselben ziehen oft mehr oder weniger zahlreiche, gewöhnlich feine, zuweilen aber ziemlich grobe Ausläufer durch den Kapselraum nach aussen, um an der Innenfläche der Kapsel sich anzusetzen (Taf. XIX Fig. 11, 12). Diese Ausläufer sind feinkörnig, beginnen an der Zellenoberfläche mit verbreiterter Wurzel und hängen mit der Zellensubstanz auf das Innigste zusammen. Nach aussen hin enden sie ebenfalls mit verbreitertem Fusse an der Kapselwand. Bald finden sie sich nur vereinzelt (Taf. XIX Fig. 3); bald gehen sie so dicht an einander vom Zellenkörper aus, dass dieser wie mit Stacheln besetzt erscheint, zwischen welchen deshalb Grübchen in der Zellensubstanz vorhanden sind (Fig. 12). Diese Ausläufer wurden zwar oft mit wirklichen Zellenausläufern verwechselt; Alles spricht aber dafür, dass sie nur künstlich entstanden sind. Nicht nur in frischem, unerhärtetem Zustande erfüllen die Zellen ihre Kapseln, sondern auch nach Behandlung mit Chloroform (Taf. XIX Fig. 5) findet man in der Regel keinen oder nur einen minimalen Raum zwischen der Zellenoberfläche und der Kapselwand. Wir glauben deswegen, wie bei der Schilderung der cerebrospinalen Ganglienzellen hervorgehoben wurde, dass auch bei den sympathischen durch die Reagenzien und Erhärtungsmittel eine Schrumpfung der Ganglienzellensubstanz entsteht, wobei dieselbe an den Stellen, wo sie der Kapselwand anhaftet, zu Ausläufern ausgezogen wird. Diese Ausläufer sind, wie erwähnt, gewöhnlich fein, zuweilen aber gröber; sie sind entweder fadenartig oder häutchenförmig abgeplattet, ferner gewöhnlich einfach, können aber auch dichotomisch verzweigt sein. Nach Allem glauben wir also, dass die sympathischen Ganglienzellen im normalen Zustande die Kapseln

mehr oder weniger vollständig ausfüllen, dass mithin nur ein minimaler Raum zwischen Zellenoberfläche und Kapsel vorhanden ist.

Von jeder Kapsel geht dann um jeden wirklichen Zellenausläufer eine Fortsetzung in Gestalt einer dünnwandigen Röhre oder Scheide von ähnlicher Beschaffenheit wie die Kapsel selbst aus (Taf. XVIII Fig. 1, 2; Taf. XIX Fig. 1—5, 10—12). Es finden sich also bei den einzelnen Kapseln ebenso viele Scheiden wie Ausläufer. Letztere füllen die Scheiden nicht ganz aus, sondern immer sieht man einen mehr oder weniger weiten Raum zwischen Ausläufer und Scheide. Die Breite der Scheide richtet sich aber sonst nach der Breite des eingeschlossenen Ausläufers. Die Wand der Scheide ist wie die Kapselwand sehr dünn, farblos, homogen, nur äusserst schwach körnig. Es finden sich oft beim Austreten der Ausläufer aus der Kapsel an der Innenseite der Kapsel und der Ausläuferscheiden Kerne der der Kapsel angehörigen Zellenschicht; solche Kerne treten auch hie und da an der Innenseite der Scheiden in weiterer Entfernung von der Ganglienzelle auf. Im Ganzen entspricht aber die Beschaffenheit der Ausläuferscheiden weiterhin der der Schwannschen Scheiden, in welche sie auch wahrscheinlich immer übergehen. Bei der Theilung und Verzweigung der Ausläufer theilen sich ebenfalls die Scheiden, so dass jeder Zweig eine besondere Scheide bekommt. Nur seltener verlaufen zwei Zweige in gemeinsamer Scheide eine Strecke weit, ehe sie je eine Scheide erhalten. An Zerzupfungspräparaten gelingt es zuweilen Ganglienzellen sammt ihren Kapseln und ihren von Scheiden umgebenen Ausläufern in ziemlich weiter Ausdehnung isolirt zu bekommen (Taf. XIX Fig. 1, 2); aber auch an Schnittpräparaten (Taf. XVIII Fig. 2) kann man zuweilen diese Scheiden streckenweise ganz gut verfolgen.

Wie bei den cerebrospinalen Ganglien tritt uns bei den sympathischen die seit Langem angeregte Frage entgegen, ob es auch apolare Ganglienzellen giebt. Dass man solche an den meisten Präparaten in grosser Zahl findet, ist schon oben erwähnt — und dies scheint ganz natürlich, da die Ausläufer besonders leicht abgerissen werden. An manchen Präparaten konnten wir aber von jeder Zelle Ausläufer ausgehen sehen. Wir halten es deshalb, wie bei den cerebrospinalen Ganglien — so lange noch keine Mittel erfunden sind, die Ausläufer nach Belieben zu conserviren, sowie dieselben in ihrer natürlichen Lage durch Färbung u. dergl. zur Anschauung zu bringen — für etwas zu früh, auf das Vorhandensein wirklich apolarer Ganglienzellen Schlüsse zu ziehen; es scheint uns in Folge davon auch etwas verfrüht, solche apolare Ganglienzellen als Entwickelungs- oder Verkümmerungsformen aufzuführen. Beim Menschen sahen wir nie zwei oder mehrere Ganglienzellen in eine Kapsel eingeschlossen, nie Beizellen oder dergl.

Wir untersuchten vornämlich die sympathischen Ganglien des Halses und der Brust, sowie das Ganglion coeliacum und seine Beiganglien. Ueberall fanden wir ganz übereinstimmende Verhältnisse.

Die sympathischen Ganglienzellen anderer Wirbelthiere.

(Taf. XIX Fig. 13—24; Taf. XX).

Wie bei den cerebrospinalen Ganglien haben wir, um die Verhältnisse beim Menschen mit denen anderer Wirbelthiere zu vergleichen, auch hier eine Reihe von Untersuchungen in dieser Richtung ausgeführt, wobei wir vorzüglich die sympathischen Ganglien des Hundes, der Katze, des Kaninchens, des Frosches, der Kröte und des Hechtes zu erforschen suchten.

Beim Hunde fanden wir die Ganglienzellen in ihren allgemeinen Eigenschaften sehr mit denen des Menschen übereinstimmend. Doch haben wir im Ganzen, wie bei den übrigen von uns untersuchten Wirbelthieren, nicht so zahlreiche Ausläufer gesehen wie beim Menschen. Wir untersuchten die Ganglienzellen des Hundes sowohl in ganz frischem Zustande als nach Erhärtung in verschiedenen Flüssigkeiten. Die Zellensubstanz zeigte eine ähnliche Zusammensetzung aus einer homogenen Grundsubstanz und in diese eingestreuten zahllosen Körnchen; kein Fadennetz war in ihr zu sehen. Am Kern und Kernkörperchen konnten wir nie ausstrahlende Fäden wahrnehmen. Die Ausläufer der Zellensubstanz waren dann und wann an isolirten Zellen in verschieden weiter Strecke gut erhalten.

Um jede Zelle fanden wir eine dünne, homogene, gewöhnlich nur spärliche Kerne führende Kapsel, welche bei frischen Zellen den Zellenleib dicht umschloss und als dünner Scheidencanal um die abgehenden Ausläufer sich fortsetzte.

Bei der Katze zeigten sich ebenfalls im Ganzen übereinstimmende Verhältnisse. Indessen fanden wir, wie angedeutet wurde, meistentheils nur spärliche Ausläufer. Zuweilen erschienen die Zellen nur unipolar (Taf. XIX Fig. 13, 16), was jedoch die Folge der Präparation sein könnte. Oefters fanden wir bipolare Zellen, bei welchen die beiden sehr starken Ausläufer von entgegengesetzten Enden der Zelle und nach zwei Richtungen hin verliefen (Taf. XIX Fig. 17). Die Gestalt der Zellen ist häufig eine längliche, sogar ausgezogen spindelförmige und oft auch abgeplattete. Oft sieht man Gruppen von Zellen reihenweise zwischen Nervenfaserbündeln angeordnet; dann sind sie gewöhnlich dicht beisammenliegend und sogar gegen einander gedrückt und abgeplattet, wodurch eckige Formen entstanden sind. In der eben genannten Figur 17 haben wir einen eigenthümlichen Fall abgebildet, bei welchem die Zelle durch eine Einschnürung wie in zwei Abtheilungen getrennt ist, wobei zugleich der in der grösseren Abtheilung befindliche Kern nach der Einschnürungsstelle einen spitzen Fortsatz absendet. Bei einer anderen Zelle (Taf. XIX Fig. 14) sahen wir ebenfalls eine Einschnürung, durch welche sie in zwei unter einander mittelst einer Brücke zusammenhängende Partien abgetheilt war; hier lag der kegelförmig ausgezogene Kern eben in dieser Brücke und das zugespitzte Ende schoss in die grössere Partie hinein.

Beim Kaninchen (Taf. XIX Fig. 18—20) sind die sympathischen Ganglienzellen, wie bekannt, durch ihre doppelten Kerne ausgezeichnet; in diesen Kernen findet man dann und wann auch doppelte Kernkörperchen. Die Kerne sowohl, wie die Kernkörperchen und die Zellensubstanz selbst zeigen übrigens denselben Bau wie die der Ganglienzellen des Menschen und der Katze. Die Gestalt der Zellen ist ziemlich wechselnd; gewöhnlich ist sie auch hier die einer etwas ausgezogenen Kugel. Die Ausläufer werden durch Zerzupfung leicht abgerissen, weshalb man in grosser Zahl fortsatzlose Zellen findet; hie und da erhält man jedoch solche Zellen, bei denen sie noch mehr oder weniger erhalten sind. So findet man Zellen mit zwei bis vier Ausläufern, welche von der Zellensubstanz entspringen, von verschiedener Breite sind und in mehrfacher Richtung abgehen; ihr Bau ist demjenigen beim Menschen ähnlich, nur erscheinen sie häufig eine Strecke weit bandförmig abgeplattet. Dann trifft man aber beim Kaninchen schmale und lange, etwas spindelförmig ausgezogene Zellen, bei denen ein Ende spitz ausläuft und in einen Ausläufer übergeht (Taf. XIX Fig. 19). Unter den übrigen Formen möchten hier besonders die quaderförmig angeordneten (Taf. XIX Fig. 20) zu erwähnen sein. Man findet nämlich zwischen den Nervenfasern Reihen von auf einander folgenden Zellen, welche so dicht gegen einander gedrückt sind, dass ihre Gestalt dadurch beeinflusst wird; deshalb erscheinen sie gewöhnlich eckig, sogar mehr oder weniger kubisch. Bei genauer Betrachtung sieht man an ihnen einzeln abgehende Zellenausläufer, welche in der Regel von einer Ecke entspringen und, den anderen Nachbarzellen sich anlegend, ihren Weg zusammen mit den Nervenfaserbündeln fortsetzen. Jede sympathische Ganglienzelle des Kaninchens scheint eine eigene Kapsel zu besitzen; die Zellen füllen diese Kapseln fast immer vollständig aus, so dass man letztere nur als einen schmalen Saum an dem Umkreise jener sieht. Die Kapseln sind übrigens sehr dünn und homogen; nur sehr spärliche Kerne sind an ihrer Innenseite wahrzunehmen.

Die sympathischen Ganglienzellen des Frosches, welche, wie oben angegeben ist, ein Gegenstand vieler Untersuchungen waren und in der That sehr merkwürdige Eigenthümlichkeiten darboten, wurden auch von uns eingehender geprüft. In der Taf. XX haben wir eine Reihe solcher Zellen abgebildet. Diese Ganglienzellen erscheinen im frischen unerhärteten Zustande ganz hell, glänzend, fast homogen oder nur sehr undeutlich körnig; in ihrem Inneren entdeckt man den rundlichen Kern mit seinem glänzenden Kernkörperchen und ferner braungelbliche Pigmentkörnchen entweder in einem Haufen gesammelt oder auch mehr zerstreut über der Zellensubstanz liegend. Nach Erhärtung, besonders in Ueberosmiumsäure, werden die Ganglienzellen im Ganzen dunkler und ihr Bau tritt schärfer hervor. Die Zellensubstanz erweist sich nunmehr als deutlich feinkörnig, indem in eine homogene Grundsubstanz eine zahllose Menge feiner dunklerer Körnchen eingebettet ist. Keine Fadenbildungen sind hier zu sehen. Dagegen treten nach Behandlung mit Wasser und anderen dünnen Flüssigkeiten helle, vacuolenähnliche Gebilde in ihr auf. In dieser Zellensubstanz findet man, stark excentrisch, sogar in der Nähe der Zellenoberfläche liegend, den kugligen oder gewöhnlicher schwach eiförmigen Kern. Er erscheint zuweilen etwas abgeplattet, sogar scheibenförmig, was aber nur ausnahmsweise der Fall ist. Der Kern ist zwar scharf gegen die Zellensubstanz begrenzt, zeigt aber keine deutliche Membran, sondern nur die gewöhnliche glänzende Contour eines dichten, abgerundeten Körpers. Der Inhalt des Kerns ist homogen, ohne Fadennetze und Fäserchen, obwohl durch gewisse Reagenzien, z. B. Chromsäure und Essigsäure, seine Substanz in derartige Bildungen zerfallen kann. Vom Kern gehen auch keine

Fäden nach aussen hin ab. Wir fanden ihn beim Frosch nur einfach vorhanden. Im Kern liegt das kuglige oder auch etwas eiförmige, olivengraue, glänzende, scharf contourirte Kernkörperchen, dessen homogene Substanz nur dann und wann ein Paar hellere Flecken zeigt. Im Kernkörperchen sahen wir keine Fadenbildungen und ebenso wenig solche, die von demselben nach aussen durch die Kernsubstanz verliefen. Einige Mal trafen wir in einem Kerne zwei Kernkörperchen. In der Zellensubstanz treten ferner nach der Erhärtung die bald mehr zerstreuten, bald mehr haufenweise liegenden, braungelblichen Pigmentkörnchen sehr deutlich hervor. Sie sind rundlich, von etwas verschiedener Grösse und scheinen meistens der Oberfläche nahe zu liegen. Die Grösse der Ganglienzellen ist sehr wechselnd (So z. B. Taf. XX Fig. 3 und 6). Die Gestalt derselben ist im Allgemeinen die einer mehr oder weniger unregelmässigen Kugel; nach einer Seite hin verlängert sie sich aber in einen breiten Stiel, welcher gewöhnlich ziemlich gerade von ihr ausläuft. Gegen diesen Stiel hin ist die Zelle in der Regel abgeplattet oder sogar ausgehöhlt, so dass hier oft eine schalenförmige Vertiefung vorhanden ist. Diese Abplattung oder Aushöhlung ist gewöhnlich etwas seitlich an der Zelle sichtbar, was besonders deutlich bei gewisser Seitenlage der Zelle hervortritt. Der untere äussere Rand der Aushöhlung setzt sich ausserdem zuweilen zugespitzt als ein dünnes protoplasmatisches Gebräme nach unten hin fort. Ungefähr aus der Mitte dieser Partie tritt immer ein dicker, cylindrischer Fortsatz, der sogenannte gerade Ausläufer der Ganglienzelle; er entspringt gewöhnlich mit einer breiteren Wurzel und verschmälert sich dann allmählig während seines Verlaufs nach aussen. Wir konnten ihn zuweilen in sehr weiter Strecke isolirt verfolgen; nie gelang es uns eine Myelinscheide an ihm zu sehen; er blieb immer blass und trug das Aussehen eines Axencylinders. Eine Theilung oder Verzweigung desselben konnten wir auch nie bei ihm beobachten, obwohl wir eine solche in seinem weiteren Verlaufe nicht leugnen wollen. Beim Abgange dieses geraden Ausläufers aus der Zellensubstanz findet man ferner eine Substanz, deren feinerer Bau sich nur schwer erforschen lässt. Nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure erscheint sie körnig, protoplasmatisch, und es treten in ihr an guten Präparaten hellere, rundlich-ovale Körperchen von 0.008 Mm. Länge hervor, welche, besonders nach Carminfärbung, sich als Zellenkerne erweisen. Ihre Anzahl ist wechselnd; im Allgemeinen zählten wir drei bis fünf oder sogar acht derselben. Offenbar gehört zu ihnen das körnige Protoplasma; eine Abgrenzung des letzteren zu bestimmten Zellenkörpern konnten wir aber nie finden. In dieser kernführenden Protoplasmamasse treten nun aber mehr oder weniger deutlich andere Gebilde hervor, welche zunächst noch schwerer zu deuten sind. Sie erscheinen zu beiden Seiten von dem geraden Ausläufer und etwas von ihm entfernt als rundliche etwas glänzende Figuren; bei veränderter Einstellung des Focus lassen sich dieselben bis zu ihrem Uebergang in quergehende Bänder verfolgen. Man erkennt nun, dass jene Figuren optischen Querschnitten von Fasern entsprechen, welche rings um den geraden Ausläufer sich winden und sogar spiralige Touren um letzteren bilden. Es liegen hier mithin die vielfach besprochenen Beale—Arnoldschen Spiralfasern vor. Wir sahen indessen bei jeder Zelle nur eine solche Faser, die auch nicht, wie oft angegeben wird, in zwei oder mehrere sich theilt. Dagegen ist die Anzahl ihrer spiraligen Windungen sehr verschieden; bald sind sie sehr reichlich und die Maschen sehr dicht gedrängt, bald aber nur spärlich und weiter von einander entfernt. Zuweilen, obwohl ziemlich selten, verläuft diese Faser sogar ganz gerade, ohne alle spiralige Windungen, neben dem geraden Ausläufer und entspricht dann keineswegs dem Namen von »Spiralfaser». Wie verhält sich nun diese Faser zu der Ganglienzelle? Obwohl wir uns vielfach mit der Beantwortung dieser Frage beschäftigten, gelang es uns doch nicht dieselbe endgültig und mit voller Sicherheit zu lösen. Zwar konnten wir nicht eben selten die Faser bis zur unmittelbaren Nähe der Zellensubstanz verfolgen, immer entzog sich aber der eigentliche Uebergang unseren Blicken. Indessen halten wir es für fast sicher, dass sie in die Zellensubstanz übergeht oder, mit anderen Worten, einen Ausläufer derselben bildet. Wahrscheinlich läuft sie häufig eine kleinere oder grössere Strecke neben dem Zellenleib fort, um sich mehr seitlich in demselben zu verlieren. Durch Behandlung mit sehr verdünnter Essigsäure (0.01—0.001 %) tritt die Spiralfaser oft besonders deutlich hervor und lässt sich leichter verfolgen (Fig. 10—13). Sie bekommt dadurch ein körniges Aussehen. Wenn ihre Schlingen nicht zu gedrängt liegen, kann man sie zuweilen bei Seitenansicht der Ganglienzelle (Fig. 10) als den geraden Ausläufer umwindend hoch oben bis zur Zellensubstanz wahrnehmen, wonach sie in die häufig vorkommende Aushöhlung der Zelle eintretend, und hier sich windend sich den Blicken entzieht; der eigentliche Uebergang wird aber auch hier nicht völlig klar. Oft legen sich aber die Spiralfaserschlingen in der Nähe des Zellenkörpers sehr dicht an einander und bilden zusammen mit der oben erwähnten kernführenden Protoplasmamasse eine grössere körnige Partie (Fig. 11—13), in welcher man entweder gar nicht oder nur mit Schwierigkeit die verschiedenen Bestandtheile erkennt. Diese körnige Partie wurde deshalb zuweilen von anderen Histologen für eine besondere

Abtheilung der Ganglienzelle genommen. Durch Behandlung der frischen Ganglienzellen mit Bealeschem (Fig. 4) oder auch mit saurem Carmin (Fig. 9) tritt oft der Verlauf der Spiralfaser schön hervor und zeigt das eben beschriebene Verhalten; an der in Fig. 9 abgebildeten Zelle geht sie also, die gerade Faser umwindend, in die schalenförmige Vertiefung des Ganglienzellenleibs hinein und verliert sich dort. An einer kurze Zeit mit Ueberosmiumsäure und dann mit sehr verdünnter Essigsäure (0.001 %) behandelten Zelle (Fig. 15) trat von den Spiralfaserschlingen ein körniger Faden an der Seite der Ganglienzelle und von ihr getrennt hinauf, um sich dann nach innen über den Kern zu biegen und, wie es scheint, in der Nähe von diesem in die Zellensubstanz überzugehen. Solche Bilder könnten zur Annahme des Ursprungs der Spiralfaser aus dem Kern oder gar aus dem Kernkörperchen Veranlassung geben. Wahrscheinlicher Weise liegt aber hier nur ein höheres Entspringen der Spiralfaser aus der Zellensubstanz selbst vor. Dass sich diese Faser, zuweilen wenigstens, um den Zellenleib etwas höher hinauf windet, geht auch aus anderen Bildern hervor. In der Fig. 16 haben wir eine Zelle abgebildet, wo um die Zelle in der Nähe des Kerns ein mehr homogenes Band sich biegt, dessen Ursprung und eigentliche Natur zwar nicht ermittelt werden konnte, das aber möglicherweise der Spiralfaser entspricht. Wie verhält sich nun die Spiralfaser in ihrem Verlaufe nach aussen hin? Die erste Strecke dieses Verlaufs ist oft leicht zu erforschen. Sie begleitet nämlich fortwährend den geraden Ausläufer, entweder nur spärlichere Windungen oder auch, und gewöhnlicher, eine ganze Reihe von solchen spiraligen, oft etwas unregelmässigen Schlingen um ihn bildend, bis sie nach einer letzten Biegung sich ausstreckt, um noch eine kleine Strecke neben jenem zu verlaufen. Schliesslich, und dies geschieht bald früher bald später, verlässt sie den geraden Ausläufer, um auf selbständigem Wege zwischen den übrigen Bestandtheilen des Ganglion sich den Blicken zu entziehen. Eine Theilung oder Verzweigung derselben kam nie zur Beobachtung. Die Spiralfaser ist in der Regel schmäler als der gerade Ausläufer, jedoch nicht so fein wie sie von Anderen häufig abgebildet wurde; zuweilen besitzt sie sogar eine der der geraden gleiche Breite. Sie ist glänzend, mit scharfen parallelen Contouren versehen, homogen oder, nach Essigsäurebehandlung, körnig. Durch Goldchlorid färbt sie sich ebenso wie der gerade Ausläufer violett. Durch Ueberosmiumsäure tritt nun an ihr in grösserer oder geringerer Entfernung von der Zelle eine deutlich ausgesprochene Myelinscheide auf (Fig. 2, 3). Letztere beginnt schroff zugespitzt und verhält sich dann vollständig wie die Myelinscheide der peripherischen Nervenfasern; sie zeigt sogar in ihrem Verlaufe von Protoplasma umgebene, ganz denen anderer myelinhaltiger Nervenfasern ähnliche Kerne, deren Auftreten mithin stark für das Vorhandensein einer Schwannschen Scheide spricht. Ob jede Spiralfaser eine Myelinscheide bekommt, konnten wir natürlicherweise nicht ermitteln; in vielen Fällen gelang es uns aber das Auftreten einer solchen zu constatiren. Häufig sahen wir sogar die Scheide schon während des windenden Verlaufs der Spiralfaser. Ausserdem fanden wir am myelinfreien Theil dieser Faser hie und da einen länglichen Kern, dem der myelinfreien Nervenfasern sehr ähnlich (Fig. 2, 3); er lag der Faser äusserlich, aber sehr dicht, an. Dann finden sich aber auch häufig noch eine kleine Strecke vom Zellenleib einzelne Kerne, welche frei zwischen den Maschen der Spiralfaser liegen (Fig. 2, 3, 7). Um diese Kerne zeigt sich ferner etwas körniges, aber nicht scharf abgegrenztes Protoplasma. Diese Zellen sind als eine Fortsetzung der oben beschriebenen Zellenpartie anzusehen, welche in der Nähe des Ganglienzellenkörpers vorhanden ist, und durch welche die gerade sowohl, wie die spiralige Faser verläuft, um zur Ganglienzelle zu gelangen. Es erübrigt nun die gemeinsame Scheidenbildung oder Kapsel der Ganglienzelle zu besprechen. Bei den frisch untersuchten Zellen sieht man kaum eine äussere Umhüllung; nach Behandlung mit Müllerscher Lösung oder Ueberosmiumsäure ist sie häufig auch nur schwer zu finden und erscheint dann im Allgemeinen als ein ganz schmaler, die Zelle dicht umschliessender, heller Saum. Wenn aber die Ganglienzelle sich etwas zusammengezogen hat (Fig. 2, 3, 7, u. s. w.), tritt sie deutlich als eine sehr dünne, glasig-homogene, zuweilen in steife Falten sich knickende Haut hervor. Diese Scheide oder Kapsel setzt sich unmittelbar auf den Stiel der Ausläufer fort, umgiebt die kernführende Protoplasmapartie und beide Ausläufer und lässt sich bisweilen eine Strecke weit an diesen verfolgen. In der Regel findet man aber diese Scheide nach einem gewissen Verlauf abgerissen (Fig. 2, 3, 8) und sie flottirt dann in dünnen Fetzen neben den Ausläufern. Bisweilen gelingt es aber doch dieselbe unverletzt bis zur Trennung der beiden Ausläufer zu verfolgen und man findet hierbei, dass die Scheide sich theilt, um jeden der beiden Ausläufer als besondere Scheide zu umschliessen (Fig. 13) und in dieser Weise ihren Weg fortzusetzen. Kerne sind in der Kapsel nur schwer zu finden. Durch Carminfärbung oder durch Essigsäurebehandlung treten aber solche einzeln, gewöhnlich aber sehr spärlich hervor (Fig. 7, 11, 12); zuweilen gelingt es auch Kerne in der Ausläuferscheide zu sehen (Fig. 8, 11, 12, 13). Durch Essigsäurebehandlung tritt dann noch eine Scheidenbildung an den Ganglienzellen hervor. Ausserhalb der soeben beschriebenen Kapsel erscheint nämlich häufig noch eine dünne glasig-

homogene, kernführende Membran, welche etwas weiter von der Zelle absteht und, am Stiel sich fortsetzend, im Ganzen weit und geräumig bleibt. Sie ist deshalb mehr oder weniger von der inneren Kapsel durch einen Zwischenraum getrennt. Es lässt sich diese äussere Scheide am besten als eine äussere Schicht der eigentlichen Kapsel der Ganglienzelle betrachten. — Die Grösse der Ganglienzellen wechselt etwa zwischen 0.02 und 0.08 Mm., die des Kerns zwischen 0.013 und 0.025 Mm. und die des Kernkörperchens zwischen 0.002 und 0.006 Mm.

Dies ist im Allgemeinen der von uns gefundene Bau der sympathischen Ganglienzellen des Frosches. Aus der gegebenen Darstellung geht hervor, dass wir weder in noch an der Zellensubstanz ein Fadennetz erkennen, sei es, dass dasselbe mit dem Kern oder dem Kernkörperchen zusammenhänge oder nicht; ferner erhellt aus dem Gesagten, dass wir beide Ausläufer, sowohl den geraden wie den spiraligen, ganz bestimmt als Nervengebilde ansehen; der spiralige bekommt ja sogar, wenigstens häufig, eine Myelinscheide. Andere, nicht nervöse (bindegewebige oder dergl.) Spiralfasern sahen wir nie, wenn man nicht durch Reagenzien entstandene Zerklüftungen, Faltungen der Kapselscheide oder andere optische Bilder für solche nimmt; besonders können nämlich Falten der Kapsel und der Ausläuferscheide zur Annahme von Fäden Veranlassung geben.

Nun bleibt aber die schwierige Frage übrig, ob alle sympathische Ganglienzellen des Frosches solche Ausläufer besitzen. An den grösseren Zellen findet man nach guter Präparation fast immer wenigstens Andeutungen davon, dass beide Ausläufer vorhanden sind, und bei den mittelgrossen treten sie, besonders nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure, in den meisten Fällen deutlich hervor. Bei den kleineren sieht man auch stets den geraden Ausläufer und zuweilen Andeutungen des spiraligen; doch sucht man oft ganz vergebens nach solchen (Fig. 6), so dass wir ein Fehlen der letzteren für möglich oder gar wahrscheinlich halten. Die Frage, ob auch apolare Zellen vorhanden sind, müssen wir in derselben Weise, wie oben bei dem Menschen und den anderen Thieren, beantworten. An den in den Ganglien dicht beisammenliegenden Zellenhaufen lässt sich dies schwer ermitteln und durch Zerzupfung können die Ausläufer leicht abgerissen werden und apolare Formen dabei künstlich entstehen. In den Stämmen und Zweigen des Sympathicus liegen aber, wie es schon älteren Histologen bekannt war, kleinere Gruppen von Ganglienzellen, oft in reihenweise vorhandener Anordnung, zwischen den Nervenfaserbündeln oder noch mehr in ihrem Epineurium eingelagert (Fig. 1). Bei diesen Ganglienzellen scheint es zwar, als ob die Frage betreffs der Ausläufer nicht so schwer zu erörtern sei, und doch liess sie sich oft nicht ins Klare bringen. Ausser den nach dem oben geschilderten Typus gebauten sahen wir nämlich hier auch Zellen, die ohne Ausläufer zu sein schienen, d. h. wir konnten gewöhnlich keine entdecken, wollen daher bis auf Weiteres diese Frage nicht entscheiden. Im Epineurium der Stämme und Zweige des Sympathicus des Frosches fanden wir ferner häufig die schon von Anderen, besonders von S. Mayer, erwähnten eigenthümlichen Kernnester (Fig. 1.) Sie bilden grössere oder kleinere Partien, welche von einer äusseren bindegewebigen Kapsel umgeben sind und durch Scheidewände derselben in kleinere Gruppen abgetheilt werden. Im frischen unerhärteten Zustande oder nach Behandlung mit Bealeschem Carmin sieht man in diesen Gruppen ovale, ziemlich dichtliegende Kerne in eine sparsame, glasig-glänzende, körnige Substanz eingebettet (Fig. 17). Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure wird diese Substanz sehr dunkel und grobkörnig; die Kerne erscheinen dann als hellere Flecken; nach Carminfärbung werden sie aber schön roth gefärbt. Die Grösse der Kerne beträgt 0.009 Mm. In der körnig-protoplasmatischen Substanz sieht man nur hie und da schwach angedeutet eine Abgrenzung zu kleinen Partien; an den Rändern der Gruppen ist eine solche Zerklüftung deutlicher ausgesprochen. Im Ganzen ist es aber klar, dass in diesen Bildungen Zellennester vorliegen, die aus vielen, scheinbar nicht scharf von einander abgegrenzten Zellen bestehen. Ihre übrige physiologische oder gar histologische Bedeutung ist aber sehr räthselhaft. Zwar liegen sie in der Regel in der Nähe von Ganglienzellen, ja sie nehmen scheinbar oft den Platz von Ganglienzellen ein, »substituiren» gewissermassen solche Zellen; kleine Ganglienzellen stossen oft an sie. Daraus Schlüsse auf Entwickelungs- oder Rückbildungsformen zu ziehen scheint uns aber etwas verfrüht zu sein, da bis jetzt die für so wichtige Schlussfolgerungen nothwendigen Thatsachen fast vollständig fehlen. Jedenfalls sind diese Zellennester von hohem Interesse und fordern zu fortgesetzten Untersuchungen auf.

Bei der Kröte fanden wir mit den jetzt ausführlich beim Frosch beschriebenen in allen wesentlichen Theilen so vollständig übereinstimmende Verhältnisse, dass wir auf eine Darstellung derselben verzichten. Nur sei erwähnt, dass wir hier besonders oft eine Myelinscheide um die Spiralfaser hoch oben in der körnigen Partie an der Basis der Ganglienzelle verfolgen konnten (Fig. 18). In dieser Figur haben wir eben eine Zelle abgebildet, bei welcher diese körnige Partie sich von dem Zellenleib abgetrennt hat und wie eine Schale die betreffende Kugel aufnimmt.

Beim Hechte (Taf. XIX Fig. 21—24) suchten wir in verschiedenen Ganglien den Bau der Ganglienzellen zu erforschen. Im ganz frischen Zustande erscheinen sie so homogen und durchsichtig, dass man kaum oder nur mit Schwierigkeit ihre Gestalt und Structur erkennen kann; sie hängen ferner so innig unter einander zusammen, dass sie sich nur sehr schwer isoliren lassen. Nach Behandlung des frischen Gangliengewebes mit Bealeschem Carmin treten zwar sowohl die Kerne und Kernkörperchen der Ganglienzellen, welche ohne diese Färbung oft nicht deutlich zu sehen sind, als auch eine Menge von Kernen im interstitiellen Bindegewebe scharf und schön hervor; die Ganglienzellen lassen sich aber auch nach dieser Behandlung nur mit Schwierigkeit von einander isoliren. Durch Ueberosmiumsäure werden sie dunkler, ihr Bau tritt schärfer hervor, und zuweilen gelingt ihre Isolirung leichter. Ihre Zellensubstanz erscheint nach letzterer Behandlung deutlich feinkörnig, wie die Ganglienzellen anderer Wirbelthiere. Der in sie eingebettete Kern ist kuglig oder eiförmig und zeigt, ebenso wie das Kernkörperchen, ganz dasselbe Aussehen wie bei anderen Wirbelthieren; von jenen ausgehende Fäden oder Fasernetze waren bei guter Conservirung nie zu sehen, nur durch gewisse Reagenzien künstlich hervorzurufen. Wenn die Ganglienzellen in Haufen beisammenliegen, kann man nicht mit einiger Sicherheit ihre Ausläufer wahrnehmen, um so weniger als sie durch die Blutgefässe und das interstitielle Bindegewebe verborgen werden. Bei der Isolirung werden die Ganglienzellen gewöhnlich ihrer Ausläufer beraubt. Dann und wann gelingt es jedoch Zellen mit erhaltenen Ausläufern zu finden. In solchen Fällen erweist sich, dass diese Ganglienzellen bipolar sind (Fig. 21—24). Von zwei entgegengesetzten Enden der Zelle geht nämlich ein Ausläufer als unmittelbare Fortsetzung ihrer Zellensubstanz aus. Diese Ausläufer sind oft ziemlich breit, zuweilen sind beide von gleicher Breite, sehr oft ist aber der eine deutlich schmäler als der andere. Im Bau stimmen sie mit den Ganglienzellenausläufern anderer Wirbelthiere überein; sie sind nämlich blass, mehr oder weniger homogen, nur undeutlich längsgestreift und enthalten hie und da Körnchen in den Längsstreifen. Jede Ganglienzelle ist von einer dünnen, glasig-homogenen, zuweilen steife Falten bildenden Kapsel ziemlich dicht umschlossen; diese Kapsel setzt sich jederseits in eine ähnlich gebaute Scheide fort, welche die beiden Ausläufer umgiebt und sie nach aussen hin begleitet. An der Kapsel und den Ausläuferscheiden sieht man entweder nur spärliche (Fig. 22) oder auch zahlreichere (Fig. 24) Kerne. Es kommt häufig vor, dass die Ganglienzellen tripolar erscheinen, indem noch eine Faser von dem einen Pole auszugehen scheint. Bei genauerer Betrachtung findet man aber, dass dies davon herrührt, dass eine fremde Faser oft schief über den Pol verläuft (Fig. 24) und dadurch das Aussehen eines dritten Ausläufers hervorruft. Eine solche Täuschung entsteht besonders, wenn eine Zelle über oder unter einer anderen liegt und ihre Ausläufer in derselben Richtung wie die letztere abgiebt; dann scheint es oft, als ob diese Zelle von ihrem einen Pole einen, von dem anderen zwei Ausläufer absende. Die Grösse der Ganglienzellen wechselt ungefähr zwischen 0.024 und 0.08 Mm., die des Kerns zwischen 0.009—0.016 Mm. und die des Kernkörperchens zwischen 0.0016 und 0.0024 Mm. Die Länge der Kapselkerne beträgt 0.008 Mm.

Das Bindegewebe und die Saftbahnen der sympathischen Ganglien.

Historischer Rückblick.

Von dem Stützgewebe der Ganglien äusserte Ehrenberg, dass die Nervenröhren in ein zartes dichtes Blutgefässnetz eingeschlossen sind, zwischen dessen Maschen Körnchen erscheinen. Lauth sah ausser den rundlichen körnigen »Massen» eine recht grosse Anzahl rundlicher Körperchen. Volkmann fand ein lockeres Zellgewebe, welches die Kugeln unter einander verbindet und die Zwischenräume ausfüllt; man erkenne es hier als einen halb häutigen,

halb flockigen Stoff. Robin sah ausser Ganglienkugeln und Nervenröhren eine verbindende, amorphe, körnige Kügelchen enthaltende Substanz. Auch nach R. Wagner sind jene Gebilde in ein sehr feinkörniges Lager einer amorphen Substanz eingebettet. Nach Axmann werden die Ganglienkugeln und Nervenröhren nebst den Blutgefässen durch ein Netzwerk von Zellgewebsfasern, Stroma, und eine ebenfalls aus Zellgewebsfasern bestehende Scheide, Vagina, zusammengehalten. Nach Gerlach hat bei den sympathischen Ganglien das Stroma eine bedeutendere Entwickelung bekommen. Ausser der Zellenscheide findet sich nach J. Arnold an den mehr isolirt liegenden Ganglienzellen ein bindegewebiger Ueberzug, eine Fortsetzung des »Perineurium», welche in den Ganglien zu einem vollständigen Fächerwerk sich gestaltet. Courvoisier fand an den Ganglienzellen nie eine doppelte bindegewebige Umhüllung (Neurilema und Perineurium), wohl aber ein Fächerwerk als ein die Ganglien durchsetzendes, bindegewebiges Stroma; dies Stroma umgiebt nach ihm die nackten Zellen. Man bezeichnet nach ihm das Fächerwerk am besten als Perineurium. Letzteres geht unmittelbar auf die Nervenfasern über. Der ganze Grenzstrang ist von einer bindegewebigen Vagina umschlossen, welche von den Ganglien und Nerven ziemlich leicht abzuschälen ist, durch gewisse, aus Nervenfasern und Gefässen bestehende Brücken aber zusammenhängt. Sehr verschieden von der Vagina ist nach ihm das die Ganglien und Nervenäste durchsetzende Bindegewebe, welches das Fächerwerk, Stroma, bildet; letzteres ist enorm kernreich, daneben stark fibrillär, ohne Netzbildungen; man kann es in einen intra- und einen circumganglionären Theil trennen, die aber in der That nicht verschieden sind. Wir gaben dann eine eingehendere Darstellung vom Bindegewebe der sympathischen Ganglien. Wie bei den Spinalganglien unterschieden wir ein Epineurium, ein Perineurium und ein Endoneurium, welche hier einen ähnlichen Bau zeigten wie bei jenen. Die perineuralen Lamellen, an welchen durch Versilberung eine mehrschichtige Zellenzeichnung erscheint, hängen oft unter einander zusammen; sie senden nach dem Inneren der Ganglien zahlreiche endoneurale Fortsetzungen hinein, welche sich in einem reichlichen Netzwerk zwischen den Ganglienzellen verzweigen. Durch Stichinjection legten wir ein mächtiges Saftbahnennetz im Inneren der Gangliensubstanz dar; die Maschen dieses Netzes umstricken die Ganglienzellen und hängen mit Spalten zwischen den endoneuralen Lamellen zusammen; von letzteren läuft die Flüssigkeit ins Perineurium, zwischen dessen Lamellen, fort, um sich in diesen theils um das ganze Ganglion zu verbreiten, theils in die Perineuralräume der mit dem Ganglion zusammenhängenden Nervenzweige fortzusetzen. Nach S. Mayer besitzen die sympathischen Ganglien eine bindegewebige Hülle, welche blutgefässführende Fortsätze zwischen die einzelnen Nervenzellen einsendet und so gleichsam Kapseln für diese bildet; diese Hülle stellt also ein Fächerwerk dar, in welches die Nervenzellen eingetragen sind.

Histologische Beschreibung.

(Taf. XVIII Fig. 1, 2; Taf. V Fig. 7, 8.)

Bei der Darstellung des Bindegewebes der sympathischen Ganglien gehen wir, wie bei den cerebrospinalen Ganglien und Nervenstämmen, von innen nach aussen. Wir besprechen besonders die Verhältnisse beim Menschen, um so viel mehr, als bei diesem das Bindegewebe am besten entwickelt zu sein scheint. Bei den höheren Säugethieren, z. B. beim Hunde, zeigten die sympathischen Ganglien in Betreff ihres Bindegewebes einen mit dem beim Menschen sehr übereinstimmenden Bau.

Wenn man den Schnitt eines in Müllerscher Lösung und Alkohol erhärteten sympathischen Ganglion des Menschen betrachtet, findet man die Ganglienzellen theils mehr einzeln, theils gruppenweise in ein helles, kernreiches, homogenes oder körnigstreifiges Gewebe eingebettet, dessen feinerer Bau indessen nur ziemlich undeutlich hervortritt. Es zeigt sich dies Gewebe an solchen Präparaten dicht, sowie mit gedrängt liegenden Kernen versehen. Bei stärkerer Vergrösserung treten nun in demselben kleine Löcher und Spalten hervor, die von dünnen körnigen Häutchen

begrenzt sind. Zuweilen sind diese kleinen Löcher sehr wenig angedeutet; dies ist besonders der Fall, wenn das Präparat stark erhärtet wurde. An anderen Präparaten aber, und zwar besonders an solchen, bei welchen eine Stichinjection von Müllerscher Lösung oder noch besser von Ueberosmiumsäure gemacht wurde, erscheint das ganze, zwischen den Zellen befindliche, oder interstitielle, Gewebe als von zahllosen Löchern und Spalten durchbrochen. Durch die injicirte Säure werden nämlich letztere ausgespannt und in solchem Zustande erhärtet. Zwischen den Löchern und Spalten findet sich eine grosse Menge äusserst dünner, homogener oder schwach körniger Häutchen, welche in der verschiedensten Weise sich mit einander verbinden, mithin ein schwammiges Gewebe bilden. An den Häutchen liegen die erwähnten Kerne; diese sind kuglig oder öfter eiförmig und von einer Protoplasmazone umgeben. Sie entsprechen zusammen mit dem Protoplasma Zellen, welche den Häutchen anhaften und in kleine Spalten hineinragen. Diese Zellen lösen sich ziemlich leicht von den Häutchen ab und erscheinen dann als frei in den Spaltenräumen liegende, mehr oder weniger protoplasmareiche Zellen von bald rundlicher, bald eckiger, bald spindelförmig ausgezogener, gewöhnlich etwas scheibenartig abgeplatteter Gestalt; oft bilden sie flügelartige Ausläufer, welche in verschiedenen Richtungen zwischen den Häutchen verlaufen. Die Zellen liegen mehr oder weniger reichlich in das interstitielle Gewebe eingestreut; in der Regel sind sie zahlreich vorhanden. Hie und da treten ausserdem in diesem interstitiellen Gewebe mehr oder weniger ausgesprochene Fibrillen auf.

In dem auf diese Weise zusammengesetzten Zwischengewebe liegen die Ganglienzellen nebst ihren Ausläufern sowie die Blutgefässe und die Nervenfasern eingebettet. Die Kapseln der Ganglienzellen stossen unmittelbar an dasselbe, indem letzteres ihnen anhaftet; sie sind aber gegen dasselbe scharf abgegrenzt und lassen sich, wie oben erwähnt, vollständig und ohne besondere Schwierigkeit von ihm isoliren. Die von den Zellen nach verschiedenen Richtungen hin ausstrahlenden Ausläufer durchkreuzen, von ihren Scheidencanälen umgeben, das Zwischengewebe, in welchem sie bisweilen weit verfolgbar sind, leider aber zuletzt sich den Blicken entziehen. Die Blutgefässe bilden im interstitiellen Gewebe mehr oder weniger zahlreiche und feine Schlingen zwischen den Ganglienzellenkapseln. Hier verlaufen ferner Nervenfasern entweder einzeln, oder auch zu mehreren vereinigt; ein Theil derselben ist mit Myelinscheide versehen und besitzt vollständig den oben bei den cerebrospinalen Nerven beschriebenen Bau solcher Fasern, indem ihre Schwannsche Scheide von Protoplasma umgebene Kerne zwischen je zwei Einschnürungen zeigt. Diese Myelinfasern sind gewöhnlich von geringer Breite und haben oft eine variköse Beschaffenheit. Sie biegen sich in den verschiedensten Richtungen um die Ganglienzellenkapseln und bilden in dieser Weise umwindende Fasern. Ausser diesen myelinhaltigen Nervenfasern giebt es dann aber in dem Zwischengewebe der Ganglien eine Menge anderer Nervenfasern, welche ohne Myelinscheide sind und den gewöhnlichen myelinfreien Fasern entsprechen. Diese Fasern sind sehr schwer in dem verwickelten Gewebe zu verfolgen; man erkennt sie am besten, wenn sie zu Bündeln zusammentreten, wobei sie eben durch die Anordnung und Beschaffenheit ihrer Kerne bemerkbar sind. Solche Bündel, welchen oft myelinhaltige Fasern sich anschliessen, und die wahrscheinlicher Weise eine grössere Zahl von Ganglienzellenausläufern in sich aufnehmen, oder sogar aus solchen grösstentheils bestehen, bilden im interstitiellen Gewebe bogenförmige Schlingen zwischen den Ganglienzellenkapseln.

Das das Innere der Ganglien bildende Gewebe, welches somit, abgesehen von den in ihre Kapseln eingeschlossenen Ganglienzellen und den Ausläufern derselben, aus einer, Nervenfasern und Blutgefässe enthaltenden, bindegewebigen Stützsubstanz besteht, wird ferner, ganz wie in den cerebrospinalen Ganglien, in eine Menge kleinerer Fächer abgetheilt. Es geschieht dies durch feine Häutchen oder Lamellen, welche ohne bestimmte Grenze mit den oben geschilderten feinen Häutchen des durchlöcherten, schwammigen, interstitiellen Gewebes zusammenhängen. Einige oder mehrere Häutchen legen sich an einander und laufen parallel durch die Gangliensubstanz fort, indem sie sich anderen Lamellenpartien anschliessen, mit ihnen einzelne Lamellen austauschen und in dieser Weise kleinere oder grössere Theile des Gangliengewebes umfassen und abgrenzen. Solche Lamellenzüge legen sich mehr und mehr zusammen und bilden Scheidewände, welche das Ganglion in verschiedenen Richtungen durchziehen, um zuletzt an die Ganglienoberfläche zu treten und, dahin gelangt, sich immer mehr verbreitend, mithin einen dreiseitigen Querschnitt darbietend, nach beiden Seiten der Oberfläche ihre Lamellen abzugeben. Diese, das Innere der Ganglien durchziehenden Lamellen nebst dem übrigen, oben geschilderten, häutig schwammigen Bindegewebe zwischen den Ganglienzellen bilden das von uns sogenannte Endoneurium der Ganglien. Die endoneuralen Lamellen stimmen vollkommen mit den gleichnamigen, bei den cerebrospinalen Ganglien und Nervenstämmen beschriebenen überein und ähneln, wie diese, ebenfalls den subarachnoidalen Häutchen. Sie haben ein elastisches Aussehen, sind von Häutchenzellen bekleidet und enthalten sich verschiedenartig kreuzende fibrilläre Faserzüge. Ausserdem verlaufen

zwischen ihnen Blutgefässe, welche ins Innere des Ganglion eintreten und das Blut aus demselben abführen. Durch Essigsäure oder Holzessig schwellen diese Lamellen ziemlich stark an; sie erscheinen dann am Querschnitt als fast homogene, nur undeutlich zerspaltete, helle Bänder, welche jederseits von einer scharfen, durch Anilin sich röthlich färbenden Linie begrenzt sind; diesen Linien liegen die Kerne der Häutchenzellen dicht an.

Jedes Ganglion empfängt bekanntlich eine gewisse Anzahl kleinerer Nervenstämme und Zweige, welche, von ihren Scheiden umgeben, ins Innere des Ganglion eintreten, sich hier in verschiedener Weise zu kleineren Bündelchen verzweigen und die oben geschilderten, die Gangliensubstanz durchspinnenden, feinen Nervenfaserbündelchen bilden. Diese ins Ganglion eintretenden Nervenzweige behalten von ihren Scheidenbildungen eine Anzahl concentrischer Lamellen, welche jene bis zu ihren feineren Verzweigungen begleiten. Letztere Lamellen sind den eben beschriebenen ganz ähnlich gebaut. Sie legen sich oft diesen an und tragen zur Bildung des Endoneurium des Ganglion bei. Die äusseren (perineuralen, sowie die epineuralen) Lamellen der zu den Ganglien tretenden Nervenstämme und Zweige gehen, an die Ganglienoberfläche gelangt, in die Scheiden des Ganglion über. Der Verlauf der Nervenfaserbündel im Inneren des Ganglion ist ziemlich verwickelt und lässt sich im Ganzen kaum mit einiger Sicherheit verfolgen. Sie bilden zusammen mit den zwischen ihnen liegenden, in grösseren oder kleineren Gruppen in die verhältnissmässig reichliche Zwischensubstanz eingestreuten Ganglienzellen ein zwar sehr zierliches, aber mannigfach wechselndes Gewebe, von dem wir in unseren Abbildungen einige Bruchstücke als Beispiele mittheilen (Taf. V Fig. 7, 8; Taf. XVIII Fig. 1, 2).

Wenn wir dann zur Darstellung der äusseren Scheiden der Ganglien übergehen, so finden wir erstens nach innen ein dem der cerebrospinalen Ganglien fast vollständig entsprechendes Perineurium. Es besteht dasselbe also aus einer Reihe concentrisch um das Ganglion angeordneter Lamellen, welche zahlreiche sich kreuzende Faserbündel enthalten und jederseits von Häutchenzellen bekleidet sind. Diese Lamellen hängen oft unter einander zusammen. Sie biegen sich an gewissen Stellen ins Innere des Ganglion um und gehen in die oben beschriebenen endoneuralen Lamellen über. Nach aussen hin hängen sie, wie ebenfalls erwähnt wurde, mit den perineuralen Lamellen der zutretenden Nervenstämme zusammen. Durch Versilberung bekommt man auch hier die mehrmals geschilderte Zeichnung polygonaler Zellenfelder [1]). Ausserhalb des Perineurium findet sich das Epineurium, welches ebenfalls dem gleichnamigen Gebilde der Cerebrospinalganglien entspricht und wie dieses gebaut ist; es besteht mithin aus mehr oder weniger regelmässigen, concentrischen, von Häutchenzellen und elastischen Fasern bekleideten fibrillären Lamellen, welche nach aussen hin locker werden und Fettgewebe zwischen sich aufnehmen. Hie und da, besonders beim Eintritt grösserer Blutgefässe in das Ganglion, biegen sich sogar auch diese epineuralen Lamellen, zusammen mit den perineuralen, ins Innere der Ganglien, und dann folgt ihnen auch Fettgewebe, so dass man oft stellenweise Klümpchen dieses Gewebes weit im Innern der Ganglien finden kann.

Um die Saftbahnen der sympathischen Ganglien zu erforschen machten wir eine Reihe von Injectionen in dieselben. Von den serösen Räumen des Rückenmarks aus drang zwar zuweilen die injicirte Flüssigkeit durch die Rami communicantes bis zu dem Sympathicusstrang vor; diese Injection erstreckte sich aber nicht weiter als bis in das Perineurium desselben. Deswegen suchten wir durch Stichinjection eine vollständigere Füllung der bezüglichen Bahnen zu erhalten und benutzten dazu, wie anderswo, sowohl die Richardsonsche Flüssigkeit (Taf. IV Fig. 8, 9, 11) als auch das Asphalt-Chloroform (Taf. V Fig. 7, 8). Bei Einstich ins Perineurium des Ganglion füllten sich vorzugsweise die perineuralen Spaltenräume der Ganglien sowie die der mit letzteren zusammenhängenden Nervenzweige; von diesen Räumen trat ferner die Flüssigkeit nach innen in die endoneuralen Spaltenräume hinein und zuweilen drang sie auch nach aussen mehr oder weniger in die epineuralen Spaltenräume. Bei Einstich in die Gangliensubstanz füllt sich ein äusserst reichliches Maschennetz, welches dieselbe in verschiedener Weise durchzieht. Wenn das Richardsonsche Blau angewandt wird, sind die Maschen verhältnissmässig grob; sie ähneln sogar in hohem Grade wirklichen Lymphgefässnetzen, tragen zahlreiche ampullenartige Erweiterungen sowie schmale Anastomosen (Taf. IV Fig. 11). Wenn aber das Asphalt-Chloroform benutzt wird, sind die Maschen viel feiner, zugleich sehr schön und zierlich (Taf. V Fig. 7, 8). In beiden Fällen läuft die injicirte Flüssigkeit in der Zwischensubstanz zwischen den Ganglienzellen fort; sie dringt aber nicht durch deren Kapseln in die Kapselräume hinein, sondern bildet nur ausserhalb derselben das erwähnte dichtmaschige und reichlich anastomosirende Maschennetz; offenbar erfüllt sie eben die oben geschilderten Spalten der bindegewebigen Zwischensubstanz. Von diesen Maschengängen sammelt sich die

[1]) In der Taf. XV Fig. 8 haben wir eine Partie eines sympathischen Ganglion mit ansitzenden Nervenzweigen vom Kaninchen abgebildet.

injicirte Flüssigkeit hie und da in grösseren Spaltenräumen, indem sie zwischen den endoneuralen Lamellen verläuft. In den endoneuralen Spaltenräumen geht sie immer weiter fort und tritt dann zuletzt an der Ganglienoberfläche in die zwischen den perineuralen Lamellen befindlichen Spalteuräume aus, um in diesen und durch dieselben sich in oben geschilderter Weise in die abgehenden Nervenzweige u. s. w. zu verbreiten. Vom Inneren des Ganglion läuft aber die Flüssigkeit auch unmittelbar im Inneren dieser Nervenzweige, zwischen deren Nervenfasern und endoneuralen Lamellen, mehr oder weniger weit fort, um auch dann früher oder später in die perineuralen Spaltenräume auszutreten. Umgekehrt kann man auch das Innere der Ganglien sowie deren Scheidenräume von den betreffenden Nervenzweigen aus injiciren, wenn man die Canülenspitze in sie, in der Richtung nach dem Ganglion hin, einführt. Nie sahen wir die Flüssigkeit von den sympathischen Ganglien in wirkliche abführende Lymphgefässstämme eintreten. Es entspricht mithin dies ganze Bahnsystem vollständig dem der cerebrospinalen Ganglien. Auf die dort angegebenen Gründe hin glauben wir dasselbe als das Saftbahnsystem der sympathischen Ganglien betrachten zu müssen.

Der Bau der sympathischen Nerven.

Geschichtliches.

Bichat [1]) suchte im Gegensatz zu den früheren Anschauungen über den Sympathicus die Ansicht einzuführen, dass »dieser Nerv in der That nicht existirt», dass der zusammenhängende Strang, welchen man vom Halse bis zum Becken wahrnimmt, nichts Anderes ist als eine Reihe von Nervenanastomosen, eine Reihe von Zweigen, welche die über einander liegenden Ganglien zu einander absenden, und nicht ein Nerv, vom Gehirn oder Mark ausgehend. Bichat betrachtete jedes Ganglion als das besondere Centrum eines kleinen Nervensystems, vom cerebralen ganz verschieden und sogar von den kleinen Nervensystemen anderer Ganglien getrennt. Betreffs der Functionen der von diesen Centren ausgehenden Nerven, bemerkt er, dass sie gar nicht dem cerebralen System angehören; sie dienen nicht den Empfindungen; sie sind der freiwilligen Bewegung ganz fremd; man findet sie nur an den Organen des inneren Lebens.

Bogros [2]) machte Injectionen von Quecksilber in den Sympathicus. Sie ergaben ihm bei dem Halssympathicus, den Nervi cardiaci und gewissen Zweigen des Plexus solaris ähnliche Resultate wie bei anderen peripherischen Nerven. Wenn er die Nervenwurzeln durch die Dura mater injicirte, drang das Quecksilber in die Ursprungszweige des Sympathicus hinein.

In den drei Sinnesnerven und im sympathischen Nerv fand Ehrenberg [3]) variköse Röhren, und diese waren bündelweise von Neurilemröhren (Sehnenfasern und Gefässnetz) umgeben; die ersteren drei waren unmittelbare Fort-

---

1) Anatomie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine, übers. v. Pfaff, Th. I, 1, Leipzig 1802; ebenso wie: Nouvelle Edition. Tome premier. 1821.

2) Répertoire général d'anatomie et de physiologie. Paris 1827. T. IV. (Nach Robin, Archives générales de Médecine 1854, citirt).

3) Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Bd 28, 1833; sowie in seiner: Beobachtung einer auffallenden bisher unerkannten Structur des Seelenorgans bei Menschen und Thieren. Berlin 1836.

setzungen der Marksubstanz des Gehirns; der sympathische Nerv hatte eine gemischte Substanz, indem überall neben den varikösen stärkere cylindrische Röhren in ihm vorhanden sind. So auch in den Ganglien des Sympathicus.

Im Sympathicusstamm fand LAUTH [1]) sowohl cylindrische als auch sehr variköse Nervenröhren, letztere aber in überwiegender Anzahl.

VALENTIN [2]) erkannte keinen Unterschied zwischen den Nervenfasern des Gangliensystems und anderen peripherischen Nervenfasern. »Dass überhaupt die umspinnenden Fasern keine neuen eigenthümlichen, organischen, sondern nur isolirte eintretende sind, sieht man besonders deutlich an denjenigen Ganglien, in denen nicht einzelne Primitivfasern, sondern mehr oder minder starke Faserbündel die Kugelfasern umspinnen». Er leugnet nämlich ganz die Selbständigkeit eigenthümlicher vegetativer oder organischer Fasern. Ihre graue oder grauröthliche Farbe lässt sich nach ihm aus anderen Ursachen erklären. Im Sympathicus sind nur motorische und sensorische Fasern vorhanden, welche indessen durch den Einfluss der Ganglienkugeln in ihrer Wirkung modificirt werden.

REMAK [3]) entdeckte und beschrieb die organischen Fasern, welche er als die eigenthümlichen Elemente des Sympathicus betrachtete. Sie haben nach ihm keine Scheide, sind nackt, sehr durchsichtig, gleichsam gallertartig, auf der Oberfläche fast immer längsgestreift, lösen sich leicht in überaus zarte Fäden auf, die in ihrem Verlaufe zahlreiche kleine ovale Knötchen besitzen und mit kleinen ovalen oder rundlichen, selten unregelmässigen, einfach oder mehrfach gekernten Körperchen mehr oder weniger reichlich besetzt sind, welche an Grösse den Kernen der Ganglienkugeln sehr ähneln. REMAK wollte gefunden haben, dass die Fasern von den Ganglienkugeln entweder bündelweise oder vereinzelt entspringen. Die Ganglien, sowohl die sympathischen als die spinalen, sind daher für die wahren Ursprünge, die Centra, der grauen oder organischen Nerven zu halten. Neben den erwähnten Fasern fand er in den Zweigen des Sympathicus mehr oder weniger animale Nervenfasern, sowie umgekehrt die animalen Nerven sich mit sympathischen Elementen vermischt erwiesen. Nach innen von der Neurilemhülle, welche jeden der aus Primitivfasern zusammengesetzten Primitivstränge umgiebt, findet sich nach REMAK ein plattes Epithelium, das er stückweise, aber nicht in seiner natürlichen Lage gesehen hatte.

Nach VALENTIN [4]) sind die angeblichen organischen Fasern ein Product der Selbsttäuschung, hervorgegangen aus dem Bemühen, die Bichatsche Hypothese von der Selbständigkeit des N. sympathicus und des Gangliensystems desselben durch eine anatomische Thatsache zu stützen. Sie sind nach ihm, wie schon bei den Ganglien erwähnt wurde, nur Fortsätze der Ganglienkugelscheiden und bilden entweder Scheiden um einzelne Primitivfasern oder liegen zwischen Primitivfaserbündeln.

J. MÜLLER [5]) sprach sich gegen die Auffassung der grauen Remakschen Fasern des Sympathicus als Scheiden der Röhrenfasern aus. Was den directen Zusammenhang der Ganglienkugeln selbst mit den grauen Fasern betrifft, so konnte er sich davon nie überzeugen, obgleich ihm »REMAK bei seinen Untersuchungen oft genug Fortsätze der Ganglienkugeln zeigte».

Die von REMAK beschriebenen feinsten, mit Zellenkernen versehenen, organischen Fasern gleichen nach SCHWANN [6]) ganz dem früheren Zustande der weissen Nervenfasern; bei jenen kommt es entweder erst viel später oder gar nicht zur Bildung der weissen Substanz.

ROSENTHAL hat bei seinen unter PURKINJES Leitung ausgeführten Untersuchungen [7]) gefunden, dass in den Nerven, wie in anderen Geweben, eine von ihnen sogenannte »Formatio granulosa» vorkomme, welche aus kleinen Körperchen von rundlicher, länglicher oder auch unregelmässiger Gestalt bestehe. Diese bald in Menge, bald vereinzelt vorkommenden Körperchen stimmen nach ihnen im Wesentlichen mit Kernen überein und sollen mit der Neubildung der Gewebe in Verbindung stehen. In den Nerven haben sie deswegen keine andere Bedeutung als in anderen Geweben und sind also nicht wesentliche Formelemente der Nerven. Sie dürfen mithin nicht überall für ein Kenn-

---

[1]) L'Institut. Tome II. 1834 (Août).

[2]) Acta Acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. I. (Bei d. Akad. eingeg. Febr. 1836.)

[3]) FRORIEPS Notizen 1837 und besonders: Observationes anatomicæ et microscopicæ de systematis nervosi structura. Berolini 1838.

[4]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1839.

[5]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1839. — Bericht über die Fortschr. d. mikrosk. Anat. im J. 1838.

[6]) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinst. in der Structur u. d. Wachsthum d. Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

[7]) De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Dissert. inaug. Vratislaviæ 1839. (Nach anderen Verf., bes. BIDDER und VOLKMANN, angeführt).

zeichen der Anwesenheit organischer Nervenfasern gehalten werden. Dessen ungeachtet finden sich aber nach Rosenthal und Purkinje wirkliche organische Fasern. Im Sympathicus fanden sie nämlich neben sparsamen Primitivfasern, welche mit den Cerebrospinalnerven ganz übereinstimmten, sowie neben den Zellenfasern, eine viel bedeutendere Anzahl einer anderen Art von Nervenfasern, welche sich durch ihr eigenthümlich gelbes Aussehen, ihre geringere Dicke und Weichheit, durch das Fehlen doppelter Contouren sowie durch eine gleichmässige, nur schwach körnige Oberfläche auszeichnen. Besonders aber unterscheiden sich diese Fasern von den animalen (cerebrospinalen) Nervenfasern durch ihre geringere Dicke und das Fehlen der Markscheide. Die sympathischen Nerven seien auf einer niedrigern Entwickelungsstufe befindliche Nervenfasern; sie unterscheiden sich nämlich gar nicht von den animalen Nervenfasern in ihren frühern Entwickelungsstadien. Nach Rosenthal und Purkinje stehen nun diese sympathischen Nervenfasern in keiner Continuität mit den Ganglienkugeln, welche von ihnen, wie von den animalen Fasern, nur umfasst und von einander getrennt werden.

Als organische Nervenfasern erkannte auch Pappenheim [1]) die (von Purkinje beschriebenen) Nervenfasern an, welche sich von den gewöhnlichen Nerven- und Zellgewebsfasern durch ihre Dicke, ihren Inhalt und ihr Verhalten zur Essigsäure sicher unterscheiden lassen.

Die vegetativen Fasern scheinen nach Hannover [2]) im Inneren eine feinkörnige Substanz zu haben; einen besonderen Axencylinder konnte er an ihnen nicht wahrnehmen; »die vegetativen Fasern sind nicht blosse Axencylinder, noch weniger Zellgewebe». Vom letzteren unterscheiden sie sich u. A. dadurch, dass sie nicht den für Zellgewebsfasern characteristischen wellenförmigen Verlauf haben. An den vegetativen Fasern sitzen zahlreiche Kerne runder, ovaler oder spindelförmiger Gestalt; sie sind oft durch äusserst feine Fasern vereinigt und scheinen zuweilen innerhalb einer feinen membranösen Scheide zu sitzen. Die vegetativen Nervenfasern entspringen, oft zu mehreren, von den Ganglienzellen. Diese Fasern finden sich aber auch in die weissen Nervenzweige in geringer Menge eingemischt.

Das Neurilem der grauen oder weichen Nerven hat nach Henle [3]) eine äussere Lage von longitudinalen Bindegewebsbündeln, wie die weissen Nerven; auf die äussere Lage folgt aber ein sehr dichtes Stratum ringförmiger Faserbündel. Es sind sehr helle, anscheinend homogene, platte Fasern mit zahlreichen Kernen. In den Wurzeln des Sympathicus sind eigentliche Nervenröhren in verhältnissmässig sehr geringer Zahl vorhanden. Ausserdem finden sich kernbedeckte blasse Fasern; wie aber diese Fasern mit ihren Flächen zu der Nervenröhre stehen, konnte Henle nicht entscheiden. Es ist ihm »immer unwahrscheinlicher geworden, dass Remaks organische Fasern zur peripherischen Verbreitung bestimmte Nervenfasern sein sollen». Er schlägt vor sie »gelatinöse Nervenfasern» zu nennen, »wobei es immerhin in Aussicht gestellt bleiben mag, dass sie in den Stand des Bindegewebes zurücktreten».

Nach Reichert [4]) besteht das Bindegewebe, welches die sympathischen Nerven einhüllt und reichlich durchsetzt, aus einer Grundmasse, welche eine sehr feine granulirte Membran darstellt, die die Eigenthümlichkeit in gewissen dem Längsdurchmesser ihrer Kerne entsprechenden Richtungen in Falten und Fältchen verschiedener Breite (sogen. Bündel und Fibrillen einfacher und verzweigter Art) sich zu runzeln und in dieser Richtung in die bekannten künstlichen Faserformationen sich trennen zu lassen besitzt.

Bidder und Volkmann [5]) suchten dann durch eingehende anatomische Untersuchungen die Selbständigkeit des Sympathicus zu beweisen. Nach ihnen sind die von Remak beschriebenen Fasern nicht nerviger Art, und dies besonders aus folgenden Gründen: Remaks Fasern, welche häufig in Knötchen anschwellen und sich verzweigen sollen, haben nichts Aehnliches mit den bekannten Elementen des Nervensystems; sie finden sich nicht im Sympathicus der beiden unteren Wirbelthierclassen; sie finden sich gewöhnlich im Umkreise der Nerven, sind deswegen wahrscheinlich nur Hüllen; sie bilden auch Hüllen um Blutgefässe; sie gleichen vollkommen gewissen, besonders embryonalen Formen des Zellgewebes. Remaks Fasern müssen nun nach ihnen zu dem Zellgewebe gerechnet werden. Dagegen giebt es andere wirkliche »sympathische» Nervenfasern; diese haben nicht dunkle Contouren (wie die Cerebrospinalfasern); sie ähneln sehr den Cerebrospinalfasern unreifer Thiere; sie haben gewöhnlich keinen bemerkbaren Inhalt; sie haben sehr oft, wo sie in Strängen beisammenliegen, ein graues Ansehen, das von Zumischung fremder Elemente unabhängig ist; beim Uebertritt in eine andere Nervenbahn laufen sie eben so oft gegen das Centrum als

---

[1]) Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840.

[2]) Mikroskopiske Undersögelser af Nervesystemet. Kjöbenhavn 1842.

[3]) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

[4]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. Bericht üb. d. Fortschr. d. mikrosk. Anat. i. J. 1842.

[5]) Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842.

gegen die Peripherie; sie sind in der Regel um das Doppelte schmäler als die Cerebrospinalfasern. Die sympathischen Nervenfasern sind also von letzteren bestimmt verschieden und dem Sympathicus eigenthümlich. Durch die Verbindungsäste treten beide Faserarten aber in andere Nervenbahnen über; doch sind die sympathischen Fasern im Sympathicus enorm vorherrschend, die cerebrospinalen in den vom Gehirn und Rückenmark entspringenden Nerven. Durch ausführliche Messungen haben Bidder und Volkmann versucht, den Gehalt verschiedener Nervenzweige an beiden Faserclassen zu ermitteln; so fanden sie z. B., dass Nervenzweige, welche zu willkürlichen Muskeln gehen, bei allen Wirbelthieren dicke Fasern in weit grösserer Menge enthalten als feine, wogegen Nervenzweige, welche zu unwillkürlichen Muskeln gehen, fast ausschliesslich feine Fasern enthalten u. s. w. An solchen Stellen, wo die beiden Faserarten neben einander liegen, finden sich in der Mehrzahl der Fälle keine Uebergangsgrössen zwischen beiden.

Nach Valentin [1]), der die Eigenthümlichkeit und Selbständigkeit des Sympathicus gar nicht anerkennen wollte, waren Bidders und Volkmanns Beweise nicht genügend. Nach ihm kommen auch an sympathischen Fasern doppelte Contouren vor; die matte Färbung rühre von ihrer äusseren Scheide her; die Differenz der Dicke beider Faserarten, zwischen welchen eine Mittelgrösse nicht existiren sollte, kann nach ihm mit den vorhandenen Messungsmethoden nicht festgestellt werden; ausserdem finden sich aber häufige Uebergangsformen. Aus Allem zog Valentin den Schluss, dass es, wie man früher schon wusste, feinere und stärkere Nervenfasern gäbe, die, den Grössenunterschied abgerechnet, vollkommen identisch sind.

Nach Remak [2]) sinken die zwischen den Kernen belegenen Zwischenstücke der grauen organischen Fasern bei längerem Aufbewahren nach dem Tode derart zu dünnen Fasern zusammen, dass sie von denselben, im unverletzten frischen Zustande befindlichen Nervenfasern sich sehr verschieden ausnehmen, wodurch eben Missverständnisse in der Auffassung seiner Beschreibung dieser Fasern entstanden seien. Durchaus verschieden sind nach Remak jedenfalls die von ihm »beschriebenen grauen Fasern, deren Ursprung und Vermehrung ausserhalb des Gehirns und Rückenmarks unzweifelhaft ist, von den Fasern, welche Bidder und Volkmann als sympathische bezeichnen. Dies sind die schon von Ehrenberg beschriebenen dunkelrandigen Primitivröhren von feinerem Durchmesser». Jetzt hebt auch Remak hervor, dass Fontana nicht, wie er früher geglaubt hatte, den Axencylinder gesehen, sondern nur die Markscheide, die Schwannsche Scheide und die Bildung, welche den bei den grösseren Säugethieren zwischen den Primitivröhren verlaufenden, überaus feinen geschlängelten Fäden entsprechen kann und die er selbst in seiner ersten Beschreibung als Zellgewebsscheide dargestellt habe, später aber als mit den mittlerweile entdeckten grauen sympathischen Fasern identisch vermuthete.

In seiner Arbeit über die Selbständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems [3]) gab Kölliker folgende Beschreibung vom Bau des Sympathicus. Er besteht nach ihm aus Bindegewebe, Remakschen Fasern, Nervenfasern und Ganglienkugeln. Ueber das Bindegewebe äussert er: »Die Verhältnisse dieses Gewebes sind so bekannt, dass es nicht nöthig ist, länger darauf einzugehen. Es sind Zellgewebefibrillen auf verschiedenen Stufen der Entwicklung, entweder in Bündel vereinigte und noch mit Kernen versehene, oder Bündel ohne Kerne, oder endlich mehr unregelmässig geordnete Fibrillen, oft mit Kernfasern untermischt; dieselben umhüllen grössere oder kleinere Parthien von Nervenprimitivfasern, doch selten weniger als 2, und grenzen so die einzelnen Fasern von einander und die Nerven von anderen Geweben ab. Beim Frosch sah ich ziemlich oft, nicht immer, wie Valentin angibt, selbst einzelne dicke oder dünne Nervenfasern von zarten Zellgewebescheiden umhüllt». Ueber die Remakschen Fasern sagt er, dass sie durch ihre platte Gestalt, ihren geraden Verlauf, ihre Blässe und das Vorkommen von Kernen an ihnen ausgezeichnet sind; die Substanz der Fasern ist in seltenern Fällen undeutlich der Länge nach gestreift, meist homogen oder fein granulirt; die Kerne sind ganz regelmässig in grössern oder kleinern Abständen in oder auf den Fasern liegend, sie sind rund, elliptisch oder spindelförmig. Von ihrer Vertheilung sagt Kölliker, dass er in den Ganglien und in der Nähe derselben immer viele Nervenfasern von zarten, aus einigen Remakschen Fasern gebildeten Scheiden umhüllt gefunden habe, während sonst ein Bündel von Nervenfasern inmitten eines starken aus Remakschen Fasern gebildeten Stranges lag oder beiderlei Fasern untermischt verliefen. »Was den Ursprung der Remak'schen Fasern betrifft, so kann man es mit Valentin als vollkommen ausgemacht betrachten, dass sie nicht, wie Remak annahm, von den Ganglienkugeln, sondern von den Scheiden derselben abstammen, und nur Fortsetzungen derselben sind.» Es scheint, dass diese Fasern in den Ganglien entspringen, eine Strecke weit die Nervenröhren,

[1]) Repertorium für Anatomie und Physiologie. 1843.

[2]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1844.

[3]) Die Selbständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Beobachtungen bewiesen. Zürich 1844.

die von denselben ausgehen, begleiten und dann enden. Ueber ihre Bedeutung äussert er, dass sie auf jeden Fall keine ausgebildete Nervenfasern sind. Unentwickelte Nervenfasern könnten sie ihren anatomischen Characteren nach sein, allein ihre Ausbreitung, ihr Ursprung u. s. w. »weisen sie unabänderlich aus dem Nervensysteme weg:» »Ich betrachte mit VALENTIN die REMAK'schen Fasern als eine Modification des gewöhnlichen Neurilems, als unausgebildete Zellgewebebündel». Betreffs der von ihm selbst als Nervenröhren anerkannten Fasern im Sympathicus sagt er, »dass zwar Unterschiede zwischen den gröberen und feineren Fasern des Sympathicus und der übrigen Nerven existiren, dass jedoch dieselben nicht genügen, um zwei besondere Arten von Nervenfasern, sympathische und cerebrospinale, aufzustellen.» »Die feinen Fasern entspringen», bemerkt er weiter, »in den Ganglien nicht mit Endschlingen oder freien Endigungen, sondern als einfache Fortsetzungen der Ausläufer der Ganglienkugeln, mit anderen Worten, die Fortsätze der Ganglienkugeln sind die Anfänge dieser Nervenfasern». Wie in den Spinalganglien sah er auch in den Ganglien des Sympathicus den Ursprung dünner Nervenfasern von den Ganglienkugeln. KÖLLIKER macht dann genauere Angaben über die Vertheilung der dünnen und der dicken Fasern in den verschiedenen Nervenzweigen. Er kommt im Ganzen zu dem Schluss, dass der Sympathicus zum Theil selbständig, zum Theil von anderen Organen des Nervensystems abhängig ist. Selbständig ist er nicht durch eigenthümliche, an anderen Stellen des Nervensystems nicht vorkommende Elemente, durch besondere sympathische Fasern, denn diese sind vollkommen identisch mit den feinen Nervenfasern anderer Theile des Nervensystems und auch von den gröberen durch keine wesentlichen Merkmale geschieden, wohl aber durch seine Ganglien und die in denselben von einem Theil der Ganglienkugeln entspringenden feinen Nervenfasern. Unselbständig ist der Sympathicus durch die feinen Fasern, die die Ganglien der Rückenmarks- und Gehirnnerven ihm zusenden, und durch die vom Rückenmark und Gehirn zu ihm gehenden feinen und groben Fasern. Der Sympathicus enthält also sehr verschiedenartige, jedoch durchaus keine eigenthümliche Elemente, und kann daher unmöglich für einen durch seine histologischen Charactere von andern specifisch verschiedenen Nerv gehalten werden.

VALENTIN, welcher in mehreren Mittheilungen[1]) bei seiner früheren Auffassung blieb, modificirte dann[2]) auf Grund der Untersuchungen KÖLLIKERS seine Ansichten dahin, dass er »eine theilweise Selbständigkeit der peripherischen Nervenknoten» als nachgewiesen zugab.

Im Sympathicus des Rochen unterschied ROBIN[3]) dieselben zwei Arten von Nervenröhren wie in den spinalen Nerven, nämlich breite und schmale, von welchen aber die letzteren viel zahlreicher seien.

In seiner Arbeit über das Darmnervensystem[4]) bespricht REMAK die Frage, ob die sogenannten organischen (kernehaltigen) Nervenfasern als Nervenfasern zu betrachten seien. Im erwachsenen Zustande giebt es nach ihm ausserhalb des Nervensystems bei keinem Wirbelthiere Fasern, deren Bau mit dem der kernehaltigen Nervenfasern übereinkäme. Sie sind nämlich (bei Säugethieren und Vögeln) cylindrisch, unverzweigt, meist etwas stärker als die feinsten dunkelrandigen Nervenfasern, sehr durchsichtig und enthalten granulirte, langgezogene, ovale Nuclei, welche eben so breit sind wie die Fasern und im frischen Zustande den Rand derselben nicht überragen. Der Zwischenraum zwischen je zwei Kernen ist im letzterwähnten Zustande durchsichtig, entweder ganz homogen oder von sehr zarten (nicht dunklen) Linien begrenzt. Durch starke Dehnung verwandelt er sich in einen sehr feinen Faden, in dessen Verlaufe die ovalen Kerne wie Anschwellungen erscheinen. Auf einer gewissen Entwickelungsstufe bestehen sowohl die Spinal- als die Visceralnerven ganz aus kernehaltigen Fasern. An die Stelle der letzteren treten allmählig dunkelrandige Fasern. In den Spinalnerven findet diese Umwandlung früher statt; auch betrifft sie fast sämmtliche kernehaltige Fasern. In den Visceralnerven beginnt die Umwandlung später und betrifft nur einen kleinen Theil der Fasern. Neben diesen Nervenfasern findet man nach REMAK in den grauen Visceralnerven bei Säugethieren, namentlich in denen der Bauchhöhle, andere, ebenfalls mit länglichen Kernen besetzte Fasern von wechselndem Durchmesser, in welchen geschlängelte Längsstreifung sichtbar ist. Diese Fasern lassen sich von kernelosen Bindegewebebündeln nicht unterscheiden; da es aber schwer zu verstehen ist, warum eben hier bindegewebige Fasern so regelmässig mit Kernen besetzt sein sollten, wagte er nicht zu behaupten, dass sie Bindegewebe seien. Allein ebenso wenig standen ihm Beobachtungen zu Gebote, welche für ihre Deutung als Nervenfasern sprachen.

---

[1]) Repertorium 1840 und 1841, sowie in seiner Ausgabe der Sömmerringschen Nervenlehre und in seinem Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd II. Braunschweig 1844.

[2]) Nachtrag zu G. VALENTINS Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Jan. 1845.

[3]) Procès-verbaux de la Société philomatique de Paris, séance du 22 Mai 1847.

[4]) Ueber ein selbständiges Darmnervensystem. Berlin 1847.

Kölliker [1]) hält daran fest, dass vom anatomischen Standpunkte aus die feinen (markhaltigen) Nervenfasern wohl durch ihren Ursprung in Ganglien, wo sie direct mit Ganglienzellen zusammenhängen, und, einem kleineren Theile nach, im Marke, sowie durch ihre Verbreitung von den dicken Fasern, die alle im Marke entspringen und vorzüglich zu willkürlich beweglichen und bewusst sensiblen Theilen gehen, sich unterscheiden; dagegen als Fasern für sich betrachtet, von den dicken Nervenröhren nicht wesentlich geschieden sind, indem beide etwa wie Varietäten einer Art zu einander sich verhalten. In den Stämmen der Milznerven des Kalbes kommen nach Kölliker zahlreiche dichotomische Theilungen von Nervenröhren vor.

Die »Ganglienнerven», mit welchem Namen Kölliker [2]) den Sympathicus (das sympathische oder vegetative Nervensystem) lieber bezeichnen will, stehen »einerseits durch viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme einer geringeren Zahl von Fasern der andern Nerven auch mit dem Mark und dem Gehirn verbunden sind». Die Ganglienнerven dürfen deshalb nicht »für etwas ganz besonderes» gehalten werden, indem im Grunde jeder Spinalnerv dieselben Hauptelemente darbietet. Der Stamm des Sympathicus ist ein weisslicher oder weisser Nerv mit Neurilem und dunkelrandigen Nervenröhren, die meist eine einzige compacte Masse bilden. Die Nervenröhren verlaufen in der Regel einander parallel; sie sind von verschiedenem Durchmesser; die in überwiegender Zahl vorhandenen feineren und die dickeren Fasern verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander. Die zahlreichen feinen Fasern im Sympathicus machen keine besondere Faserclasse aus; feine und dicke Fasern sind nämlich an und für sich in keinem wesentlichen Punkte verschieden und zeigen die zahlreichsten Uebergänge; ausser im Sympathicus kommen ähnliche Nervenröhren an vielen anderen Orten vor (in den hinteren Wurzeln der Spinalnerven, in denen der sensitiven Kopfnerven, im Mark und Gehirn). Die sogenannten Remakschen Fasern sind nach Kölliker keine Nervenröhren, sondern zum Bindegewebe der Nerven zu zählen; sie »gehen von den Scheiden der Ganglienkugeln der sympathischen Ganglien aus und setzen sich, die von diesen entspringenden Nervenröhren umhüllend, in die Nervenstämme fort». »Da nun diese Scheiden sicherlich eine Art Bindegewebe sind, wie auch die Spinalganglien lehren, wo dieselben in ganz ähnlicher Weise, nur spärlicher und ohne in die Nerven überzugehen, sich finden, so können auch die Remakschen Fasern kaum etwas anderes sein». »Den Remakschen Fasern ganz ähnliche kernhaltige Fasern zeigen auch die feinsten Zweige der Spinalnerven». Auf diese und mehrere andere Gründe gestützt, war Kölliker »der bestimmten Ansicht, dass die kernhaltigen Fasern im Sympathicus erwachsener Säuger eine Form des Neurilems sind». Auch in den Ganglien des Grenzstranges finden sich nach ihm Remaksche Fasern, »jedoch meist nicht weit über dieselben hinaus», so dass der Stamm gewöhnlich nicht viele derselben enthält. Betreffs der Rami communicantes fand Kölliker, dass sie bei den meisten Ganglien in ihren Elementen, Neurilem und Nervenröhren, ganz mit den Nervenwurzeln übereinstimmen, so jedoch, dass das Verhältniss der feinen zu den dicken Fasern meist dasselbe ist wie in den hinteren Wurzeln. Die Rami communicantes seien weit vorwiegend als Wurzeln des Sympathicus von den Spinalnerven aus zu betrachten, obwohl sie sehr verschiedener Natur sein können.

Zur Bildung des sympathischen Nerven treten nach Hassall [3]) zwei verschiedene Gattungen von Fasern zusammen; erstens die gewöhnlichen röhrenförmigen Fasern, welche sehr dünn sind und leicht varikös werden, »und zweitens mit Kernen versehene Filamente, welche in jeder wahrnehmbaren Beziehung den glatten Muskelfibrillen gleichen». Diese zwei Arten von Fasern sind in verschiedenen Nerven in verschiedenen Proportionen vorhanden. Betreffs der Frage, ob sie Nervenfasern darstellen, führt Hassall die Gründe und Gegengründe an, ohne ein bestimmtes Urtheil abzugeben.

Im Grenzstrange des Sympathicus des Landsalamanders fand Leydig [4]) neben zahlreichen dunkelrandigen Nervenfasern andere, welche als Uebergangsformen zwischen ersteren und den blassen Fasern zu betrachten wären; die Scheide derselben ist mit zahlreichen langen Kernen versehen; wahrscheinlich besitzen sie eine dünne Myelinscheide.

---

[1]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 1. 1849.

[2]) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Erste Hälfte. Leipzig 1850.

[3]) Arthur Hill Hassalls Mikroskopische Anatomie des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Aus d. Engl. übers. v. Dr. Otto Kohlschütter. Leipzig 1852.

[4]) Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin 1853.

Die Nerven des Gangliensystems haben nach AXMANN[1]) wie die Ganglien eine Vagina und ein weniger ausgebildetes, aus gleichen Zellgewebsfasern bestehendes Stroma, das die einzelnen Nervenfaserbündel umspinnt und zusammenhält. Die Schwannsche Scheide (»cylinderförmige Röhre», »Scheide» oder »Begränzungshaut») der Nervenprimitivröhren wird aus einer mit nicht wahrnehmbarer Structur versehenen und nur zuweilen mit platten Kernen besetzten, dehnbaren Haut gebildet, welche ganz der Membran der Ganglienkugel gleicht. Der Axencylinder hat die Gestalt eines rundlichen oder plattgedrückten soliden Cylinders oder eines in der Mitte etwas stärkern Bandes. Er ist blassgelblich, oft ohne wahrnehmbare Structur und nur äusserst selten fein gestreift. Die Gangliennervenröhren unterscheiden sich von den cerebrospinalen durch einen zwei- bis dreimal geringern Durchmesser, eine grössere Feinheit der Schwannschen Scheide, einen geringern Gehalt an Nervenmark und einen dünnern Axencylinder. Die an einem Theil der Nervenröhren vorkommenden Kerne sind allen jungen Ganglien- und cerebrospinalen Nervenröhren eigen.

REMAK[2]) lieferte eine weitere Bestätigung seiner früheren Angaben über die »gangliösen» (organischen, grauen, kernhaltigen) Nervenfasern. Der Axencylinder besteht bei Rochen aus einem die Primitivröhre ausfüllenden Schlauch, dessen dünne aber feste Wand ein gleichwie durch zarte längsläufige parallele Fibrillen bedingtes streifiges Ansehen darbietet. Beim Menschen und grösseren Säugethiere bestehen die Nervenfasern aus einer zarten, leicht abstreifbaren, kernhaltigen Scheide und einem festen, immer varikös erscheinenden Axenschlauche. Die breiteren Fasern, welche durch die feinen mit einander zusammenhängen, sind Bündel solcher Fasern, deren gewöhnlich drei, zuweilen auch zehn und mehr auf ein Bündel kommen. Verästelungen der Axenschläuche kommen nicht selten vor. An den Verästelungswinkeln finden sich häufig kleine bipolare oder multipolare kernhaltige gelbliche Körner (»gangliöse Körner»), welche kleinen Ganglienkügelchen ähnlich sind. Beim Menschen scheint das gangliöse Nervensystem am meisten ausgebildet zu sein; die Nerven sind hier weit zahlreicher und die Elemente feiner als z. B. beim Ochsen. Bei Vögeln und Amphibien sind sie in weit geringerer Menge vorhanden; bei Fischen aber haben sie eine nicht geringe Verbreitung. REMAK hält seine frühere Ansicht von der Eigenthümlichkeit dieser Fasern aufrecht.

Am Sympathicus ist nach ROBIN[3]) das Perineurium an den weissen Wurzeln und weissen Visceralzweigen vorhanden; es fehlt aber den grauen Wurzeln und den grauen Visceralbündeln.

Nach GERLACH[4]) gehören die Remakschen Fasern wirklich zum Nervensystem; im speciellen Falle ist aber, da die diese Fasern enthaltenden Nerven besonders reich an Bindegewebe sind, die Unterscheidung vom Bindegewebe ausserordentlich schwierig. Diese Fasern tragen zahlreiche, in ziemlich gleichmässigen Abständen gelagerte Zellenkerne. Er unterscheidet zwei Formen der Fasern, die des Olfactorius, welche aus einer structurlosen, mit Kernen besetzten Scheide und einem zähflüssigen, fein granulirten Inhalt bestehen, und die Fasern der Eingeweidenerven, an denen eine solche Differenzirung in Scheide und Inhalt sich nicht nachweisen lässt. Im Grenzstrang kommen sowohl Remaksche Fasern als feinere markhaltige Fasern, letztere in überwiegender Anzahl, vor. In den Verzweigungen des Sympathicus sind dagegen die Remakschen Fasern oft prävalirend.

Im Sympathicus ist nach DONDERS und MULDER[5]) das lockere Bindegewebe in grösserer Menge als in den Cerebrospinalnerven vorhanden, ferner auch reicher an Blutgefässen, sonst aber kein wesentlicher Unterschied zu bemerken. An jedem secundären Nervenbündel findet sich eine dünne, geschichtete Umhüllung, das Neurilemma proprium; diese Bündel werden durch lockeres Zellgewebe in die primitiven vertheilt und ebenso von lockerem Bindegewebe zu tertiären Bündeln vereinigt; festes faseriges Gewebe bildet um den Nervenstamm eine allgemeine Hülle.

Die blassen Nervenfibrillen, welche sich in grösserer Menge im Sympathicus finden, ermangeln nach LEYDIG[6]) des Fettreichthums der dunkelrandigen Nervenfasern und bestehen aus der homogenen kernhaltigen Hülle und einer fein granulären Inhaltsmasse, »welche dem Inhalt der dunkelrandigen Fasern nach Abzug des Fettes gleichzusetzen ist». Dunkelrandige, und dann meist sehr dünne Nervenfasern sind auch im sympathischen Nerven vorhanden. Zwischen den blassen und den dunkelrandigen kommen nach LEYDIG mannigfache Mittelstufen vor.

---

[1]) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Physiologie des Ganglien-Nervensystems des Menschen und der Wirbelthiere. Berlin 1853.

[2]) Monatsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Berlin, Mai 1853.

[3]) Archives générales de Médecine. 1854.

[4]) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Zweite Auflage. Mainz 1854.

[5]) Archiv für Ophthalmologie. Bd. I. Abtheilg. II. 1855.

[6]) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.

Die blassen marklosen Nervenfasern sind nach Frey [1]) im Geruchsnerven klar und deutlich vorhanden; in den Bahnen des Sympathicus tritt hingegen neben unzweifelhaften blassen Nervenfasern ein unentwickeltes Bindegewebe in Form blasser kerntragender Bänder auf; es sind dies die Remakschen Fasern; dass ein Theil derselben Bindegewebe ist, lehrt die Umhüllungsmasse mancher Ganglienzellen, welche in derartige Bänder sich fortsetzt. Betreffs der allgemeinen Anordnung in den peripherischen Nervenapparaten verhalten sich nach Frey die Stämme und Aestchen des Sympathicus im Wesentlichen gleich.

Max Schultze [2]) führte die Nervenfasern des Sympathicus zum Theil als Axencylinder, die mit Neurolemma oder Schwannscher Scheide versehen sind, auf.

Nach Kollmann [3]) sind die sog. organischen oder gelatinösen Nervenfasern, Remaksche Fasern, in dem Bauchtheile des Vagus und in den Aesten des Sympathicus Bindegewebselemente.

Zur Untersuchung markloser Nervenfasern empfiehlt Max Schultze [4]) die Fasern des zum Jacobsonschen Organe gehenden Geruchsnervenastes vom Schaf. Er bildet solche Fasern sowie marklose Fasern aus einem Milznerven des Ochsen ab und hebt ihre vollständige Uebereinstimmung mit den Olfactoriusfasern hervor [5]). An den Aesten des Olfactorius in der Nasenschleimhaut fand er eine dünne kernführende Scheide und innerhalb derselben die Primitivfasern, zu Bündeln vereinigt, jede aus einer homogenen oder etwas streifig körnigen Masse bestehend. Um diese Masse sah er oft deutlich eine da und dort abgehobene zarte Scheide; an den Primitivfasern fand er Kerne, welche seiner Meinung nach diesen Scheiden, nicht der Nervensubstanz selbst angehörten.

In den Nervenstämmchen, welche zur Lunge des Frosches gehen, fand J. Arnold [6]) theils breite und schmale markhaltige Nervenfasern, theils breite blasse Fasern; letztere haben die Gestalt von breiten blassen Bändern, welche in der Scheide eine ziemliche Anzahl von Kernen und im Inneren eine wechselnde Menge feiner Fäden erkennen lassen, die stellenweise kleine Anschwellungen, wie Kernbildungen, zeigen; diese fadenförmigen Zeichnungen stimmen mit denjenigen überein, welche in den Remakschen Fasern sich finden.

Die grauen Fasern des Sympathicus sind nach Waldeyer [7]) zum grossen Theil Bündel feinster Fibrillen, Axenfibrillen, welche von einer zarten kernhaltigen Scheide, aber keinem Mark umgeben sind. Durch Anilin färben sich diese Fibrillen leicht und tief, wodurch sie sich von Bindegewebsfibrillen unterscheiden. Ferner sind sie starr, biegen sich winklig und bekommen durch Erhärtung einen eigenthümlichen Glanz; im frischen Zustande haben sie ein sehr blasses und mattes Aussehen.

Luchtmans [8]), welcher die sympathischen Fasern von cerebrospinalen nicht nur an ihrer grössern Feinheit, sondern auch an dem geschlängelten, den Bindegewebsfibrillen ähnlichen Verlauf und der wechselnden Menge der Zwischensubstanz unterscheiden zu können glaubte, fand im Grenzstrang neben sehr gleichmässig feinen sympathischen Fasern nur animalische von gewöhnlicher Stärke.

Die Remakschen Fasern unterscheiden sich nach Polaillon [9]) dadurch von den Nervenröhren, dass sie weder Mark noch Axencylinder enthalten; sie sind deswegen als Fasern anzusehen, welche nur aus der Hülle der Nervenröhren nebst den anhaftenden Kernen bestehen. Polaillon hebt hervor, dass nach Robin im Sympathicus embryonale Nervenfaserbänder das ganze Leben hindurch in einem embryonalen Zustand bleiben. Die Remakschen Fasern sind also rudimentäre Nervenfasern, welche nicht vollständig entwickelt wurden.

Ueber den Bau des Grenzstranges des Sympathicus hebt Kölliker in seiner letzten Darstellung desselben [10]) hervor, dass dieser Nerv eine Anzahl feinerer und dickerer markhaltiger Nervenfasern enthält, welche aus den Rami communicantes stammen; ausser diesen besitzt er aber noch sehr viele andere, zwar dunkelrandige, aber blasse, feinste Nervenröhren, welche in ihm selbst entspringen. Es giebt aber im Grenzstrange keine besondere Faserclasse,

[1]) Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig 1859.

[2]) Observationes de retinæ structura penitiori. Bonnæ 1859.

[3]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 10. 1860.

[4]) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. 1862.

[5]) Die ziemlich zahlreichen Angaben der Histologen über den Bau der Olfactoriusfasern können hier nur theilweise angeführt werden.

[6]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 28. 1863.

[7]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XX. 1863.

[8]) Anteekeningen van het verhandelde in de sectie voor natuur- en geneeskunde van het provinciaal Utrechtsche genootschap. Utrecht 1864. (Nach Henles Jahresbericht f. 1865).

[9]) Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 3:me année. 1866.

[10]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Fünfte Auflage. Leipzig 1867.

keine wahrhaft sympathische Nervenfasern. Die aus dem Grenzstrange entspringenden Zweige nehmen aus demselben immer feinere und dicke Röhren auf, führen aber ausserdem die Remakschen Fasern, unter welchem Namen die verschiedenartigsten Dinge, Scheiden der Nervenfasern und Zellen, Netze von Bindegewebskörperchen und wirkliche blasse Nervenfasern von embryonalem Typus gehen. Diese letzteren, welche platte blasse Fasern mit undeutlich streifigem, körnigem oder mehr gleichartigem Innern sind, die von Stelle zu Stelle meist längliche oder spindelförmige Kerne besitzen und in fast allen grauen Theilen der Ganglionnerven sich finden, sind nunmehr auch nach Köllikers Ansicht sehr wahrscheinlich alle als marklose Nervenfasern zu betrachten. Die geraden, kernhaltigen Fasern des Sympathicus, die mit embryonalen Fasern übereinzustimmen scheinen, sind sogar nach Kölliker entschieden Nervenfasern. »Der Bau dieser Fasern ist übrigens lange nicht hinreichend bekannt». Die übrigen als Remaksche aufgeführten Fasern gehören aber zur Bindesubstanz, indem eine Form derselben, die »aus einem nicht leicht in Fasern zerfallenden, dem gleichartigen Bindegewebe ähnlichen Gewebe mit eingestreuten Kernen» besteht und in der Nähe der Ganglien um die Nervenröhren sich findet, nachweisbar mit den Scheiden der Ganglienzellen in Zusammenhang steht; noch eine andere Form derselben endlich mit netzförmig verbundenen Fasern und Kernen an den Theilungsstellen zeigt sich besonders im Grenzstrange, vielleicht auch an andern Orten.

In seinen weiteren Untersuchungen über die Nerven der Glandula submaxillaris des Hundes unterscheidet Bidder [1]) in diesen Nerven drei Arten von Nervenfasern. Neben den breiten, im frischen Zustande dunkelrandigen und doppeltcontourirten, in älteren, mit Carmin behandelten Präparaten von krümeligem und durchweg tingirtem Inhalt erfüllten Nervenröhren, die neben ihrer Primitivscheide (Neurilemma) nur ausnahmsweise ein mit Kernen besetztes Perineurium darbieten, treten auch die sogenannten Remakschen oder gelatinösen Nervenfasern auf. Es sind dies plattrandige, von einfachen seitlichen Grenzlinien eingeschlossene, mit zahlreichen Kernen besetzte, einen ebenfalls leicht tingirten, durchweg gleichmässigen Inhalt beherbergende, eines vom Nervenmark scharf geschiedenen Axencylinders scheinbar ganz ermangelnde Fäden, deren feingranulirtes Ansehen er für den Ausdruck einer sie umhüllenden dünnen Lage von Nervenmark halten will. Endlich aber glaubt er noch eine dritte Art von Fasern, die er früherhin ausnahmslos zum Bindegewebe rechnete, zum Theil wenigstens den wesentlichen Nervenelementen zuzählen zu müssen. Es sind dies ausserordentlich feine, kaum messbare, bei mittlerer Vergrösserung als einfache dunkle Linien auftretende, nur bei stärkeren Vergrösserungen von zwei Grenzlinien eingeschlossene Fäden, die in ihrem gestreckten Verlaufe von Stelle zu Stelle mit ovalen, granulirten, durch Carmin ebenfalls stärker tingirten Anschwellungen, sogenannten Kernen, versehen sind. »Zwar scheint es mir», sagt Bidder, »auch heute noch, dass manche dieser Formen zum Bindegewebe gehören; andere indessen kann ich nicht anstehen als Nervenfäden, als völlig nackte Axencylinder anzuerkennen. Diesen Character glaube ich ihnen namentlich da vindiciren zu müssen, wo sie von geradem Verlaufe sind und auch an den Kernstellen der Theilungen ermangeln».

Die marklosen peripherischen Nervenfasern sind nach Max Schultze [2]) »Fasern, welche aus einem dickeren oder dünneren Bündel von Nervenprimitivfibrillen nach Art der Axencylinder bestehen und durch eine kernhaltige Schwannsche Scheide zusammengehalten werden. Sämmtliche Verzweigungen des Nervus olfactorius in der Nasenschleimhaut aller Wirbelthiere bestehen aus solchen marklosen Nervenfasern. Ferner kommen sie häufig im Sympathicus vor, dessen Eingeweideäste sie oft allein zusammensetzen». Es sind dies die sog. Remakschen Fasern. »Sind sie von dem festeren umgebenden Bindegewebe befreit, so lassen sie sich eben so leicht in ihre Fasern zerlegen wie andere Nerven, was durch die Festigkeit der Schwannschen Scheide der Einzelfasern bedingt ist. Die Dicke dieser marklosen Fasern variirt sehr bedeutend. Im Sympathicus gehen sie kaum über den Durchmesser mitteldicker markhaltiger Fasern hinaus, aber im Olfactorius mancher Thiere finden sich Fasern mindestens von der 3—4fachen Dicke der ansehnlichsten markhaltigen».

Bidder [3]) stellte eingehendere Untersuchungen über die Nervi splanchnici und das Ganglion coeliacum bei der Katze, bei dem Hunde und beim Kaninchen an. Von seinen Resultaten sei hier besonders Folgendes hervorgehoben. Bei der Katze besteht der Brusttheil des Grenzstranges aus breiten und schmalen Primitivfasern in anscheinend ziemlich gleichem Mengenverhältniss und in solcher Anordnung, dass sie einestheils regellos durch einander gemischt, zum grössten Theil aber gruppenweise in Bündeln zusammengelagert erscheinen, und dass daher neben Bündeln, die ausschliesslich aus schmalen Fasern bestehen, auch solche sich finden, in denen nur breite Elemente

[1]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1867.

[2]) Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. I. Wien 1868—1871.

[3]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1869.

beisammen sind. Er giebt den durchschnittlichen Durchmesser dieser verschiedenen Faserarten an. Uebergangsfasern im Sinne der von Courvoisier in den sympathischen Ganglien beschriebenen sah er zwar nicht selten, hält sie aber für Kunstproducte. Von den schmalen Fasern unterscheidet er jetzt zwei Arten; die eine besteht aus solchen, welche eine dünnere Markscheide besitzen; Mittelstufen zwischen letzteren und den breiten giebt es kaum. Die andere Art der schmalen Nervenfasern besteht aus ganz marklosen, mit reichlichen Kernen besetzten, blassen, gelatinösen, in der Regel ebenfalls zu Bündeln vereinigten Fäden. Dass die anscheinend homogene axencylinderähnliche Masse dieser Fäden von einer eigenen Primitivscheide umhüllt wird, geht aus der Leichtigkeit hervor, mit welcher sie von einander getrennt werden können. Wie diese drei Arten von Fasern sich zu einander verhalten, ob sie aus einander hervorgegangen sind oder sich in einander fortsetzen, lässt Bidder vorläufig dahin gestellt. Ueber das Mengenverhältniss zwischen breiten und schmalen Fasern liefert er von Querschnitten her genaue Angaben. Ungefähr die Hälfte des Querschnitts des Sympathicusstammes (vor dem Abgange der Splanchnici) wurde von breiten Fasern eingenommen, die andere Hälfte blieb den schmalen Fasern überlassen, die bei ihrer geringeren Breite daher in überwiegender Mehrzahl vorhanden sind. Zwischen den Querschnitten beider Arten von Nervenfasern ist eine spärliche bindegewebige Zwischensubstanz vorhanden. Breite und schmale Fasern liegen meistens nicht promiscue durch einander, sondern gruppenweise zusammengeordnet. Der Bauchtheil des Grenzstranges (also nach Abgang der Splanchnici) ist beträchtlich verschmälert und besteht fast ausschliesslich aus schmalen Fasern, so dass nicht mehr als ein Dutzend breiter Fasern angetroffen werden. In den Splanchnici trifft man dieselben Elemente wie im Brusttheil des Grenzstranges; die breiten Fasern des letzteren gehen zum grössten Theil in die ersteren über und sind in der Art geordnet, dass ganze Bündel von Fasern nur aus diesen breiten Elementen bestehen, während andere Bündel ausschliesslich schmale Fasern beherbergen. Im Ganzen überwiegt aber auch hier die Zahl der schmalen Fasern, namentlich in dem Splanchnicus minor. Die aus dem Ganglion coeliacum austretenden Nerven bestehen überwiegend aus schmalen Elementen, so dass nur hin und wieder eine breite Faser dem Auge begegnet. Beim Kaninchen bestand der Stamm des Sympathicus auf der rechten Seite (vor dem Abgange der Splanchnici) zum grössten Theil aus schmäleren dunkelrandigen Fasern; daneben fanden sich gelatinöse und gekernte Fasern und endlich auch einige sehr breite dunkelrandige. Dieselbe Zusammensetzung zeigte der Splanchnicus. Der Sympathicusstamm unterhalb des Abganges des letzteren bestand fast ausschliesslich aus den schmäleren Fasern; keine breite waren in ihm zu finden. Die vom Ganglion coeliacum abgehenden Zweige zeigten überwiegend schmale (keine oder nur ganz vereinzelte breite) dunkelrandige Fasern, denen jedoch auch Bündel gelatinöser Fasern zugemischt waren. Beim Hunde erwiesen sich die Verhältnisse im Wesentlichen ebenso wie bei der Katze und beim Kaninchen.

Die Nervenfasern des Sympathicus sind, wie wir [1]) fanden, nur zu einem geringen Theil breite, myelinhaltige Fasern, der grösste Theil aber wird aus schmäleren myelinhaltigen und aus sehr feinen, myelinfreien Fasern gebildet, von der Beschaffenheit, welche schon oben für die anderen peripherischen Nerven geschildert ist. Die Fasern sind, wie gewöhnlich, zu kleinen Abtheilungen oder Gruppen angeordnet und von deutlichen, endoneuralen, mit Häutchenzellen bekleideten Fibrillenhäutchen umgeben. In den Ganglien trennen sich diese Fasergruppen und lösen sich theilweise auf, um zwischen und in sich die Ganglienzellen aufzunehmen.

Durch die Rami communicantes haben wir sowohl mittelst Stichinjection als durch Injection von den serösen Räumen des Rückenmarks aus, den sympathischen Nerven und seine Ganglien injicirt, woneben wir bei Stichinjection in den Sympathicus selbst die Rami communicantes und die spinalen Nervenwurzeln füllten. Dass dies gelingt, ist die Folge von dem Bau des Perineurium. Sowohl die Rami communicantes als der Stamm und die übrigen Zweige des Sympathicus sind nämlich von einem mehrschichtigen Perineurium umgeben, welches beim Abgang der Rami communicantes mit dem der spinalen Nerven zusammenhängt und eine Fortsetzung desselben bildet. Nach innen sendet das Perineurium endoneurale Fortsetzungen. Die Injectionsflüssigkeit verläuft in den Räumen zwischen diesen Perineurallamellen; von hier aus geht sie in den endoneuralen Fortsetzungen ins Innere der Nerven hinein und breitet sich dort um die Nervenfasern aus, zwischen den Häutchenausbreitungen des Endoneurium verlaufend. Von aussen ist das Perineurium von einem Epineurium umgeben.

Nach Robin [2]) sind die Remakschen Fasern nichts Anderes als Nervenfaserscheiden, welche je einen sehr feinen Axencylinder ohne zwischenliegende Myelinscheiden einschliessen.

[1]) Axel Key und Gustaf Retzius. Studier i nervsystemets anatomi. Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd. IV. N:r 21 und 25. Aug. 1872. — Deutsch übersetzt im Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IX. 1873.

[2]) Anatomie et physiologie cellulaires. Paris 1873.

Betreffs der Deutung der Remakschen Fasern scheint FREY in seinen letzten Arbeiten [1]) zu der Ansicht von ihrer nervösen Natur überzugehen. »Es sind», sagt er, »eben Nervenfasern, welchen eine Markscheide fehlt, und wo der Axencylinder von kernführendem Neurilemm umschlossen wird».

Der Bau der Nervenfasern der sympathischen Nerven.

Historischer Rückblick.

Aus der eben mitgetheilten Darstellung der bisherigen Angaben über den Bau der sympathischen Nerven geht hervor, dass man seine histologischen Hauptelemente, die Nervenfasern, in sehr verschiedener Weise aufgefasst hat. Nachdem zuerst von EHRENBERG und LAUTH in diesem Nerven neben zahlreicheren varikösen auch stärkere cylindrische Röhren erwähnt, und von VALENTIN keine eigenthümliche vegetative oder organische Fasern sowie im Ganzen kein Unterschied zwischen den Nervenfasern dieses Nerven und anderer peripherischer Nerven anerkannt waren, beschrieb REMAK die dann nach ihm benannten Remakschen Fasern als dem Sympathicus eigenthümlich, obwohl mit animalen vermischt. Jene seien ohne Scheide, nackt, durchsichtig, gleichsam gallertartig, auf der Oberfläche längsgestreift, sie lösten sich leicht in überaus zarte, ovale kernähnliche Körperchen besitzende Fäden auf, welche von Ganglienzellen entspringen sollen. VALENTIN bestritt die nervöse Natur dieser Fasern und fasste sie nur als Fortsätze der Ganglienkugelscheiden auf. SCHWANN zeigte, dass diese Fasern den unentwickelten weissen Nervenfasern gleichen. In ähnlicher Richtung äusserten sich ROSENTHAL und PURKINJE; sie fanden im Sympathicus ausser den gewöhnlichen Nervenfasern auch zahlreiche andere, welche durch Schmalheit und Weichheit sowie durch das Fehlen doppelter Contouren und eine gleichmässige, nur schwach körnige Oberfläche sich auszeichnen. HENLE nannte die Remakschen Fasern »gelatinöse» Nervenfasern und hielt es für wahrscheinlich, dass sie »zur peripherischen Verbreitung bestimmte Nervenfasern» sind. Nach HANNOVER scheinen sie eine feinkörnige Substanz zu enthalten; einen besonderen Axencylinder konnte er nicht wahrnehmen; an ihnen sah er zahlreiche Kerne. Dann traten BIDDER und VOLKMANN gegen die nervöse Natur der Remakschen Fasern auf; sie rechneten dieselben zum Bindegewebe; dagegen gäbe es andere, wirkliche »sympathische» schmale Nervenfasern, welche auch keine dunkle Contouren und gewöhnlich keinen bemerklichen Inhalt haben und dem Sympathicus eigenthümlich sind. Nach VALENTIN kommen bei diesen sympathischen Nervenfasern BIDDERS und VOLKMANNS doppelte Contouren vor und die Verschiedenheit in der Dicke sei nicht characteristisch, weil häufige Uebergangsformen auftreten. REMAK suchte die nervöse Natur seiner organischen Nervenfasern aufrecht zu halten; sie sollen nach dem Tode sich verdünnen; die Bidder—Volkmannschen seien hingegen feinere dunkelrandige Nervenfasern. Nach KÖLLIKER sind die Remakschen Fasern durch ihre platte Gestalt, ihren geraden Verlauf, ihre Blässe und ihre Kerne ausgezeichnet; ihre Substanz sei undeutlich der Länge nach gestreift, meist homogen oder fein granulirt; sie stammen nach ihm von den Scheiden der Ganglienkugeln ab, begleiten die Nervenröhren und sind als unausgebildete Zellgewebsbündel (modificirtes Neurilem) zu betrachten. Betreffs der wirklichen Nervenröhren des Sympathicus, sagt er, existiren zwar Unterschiede zwischen den gröberen und feineren Fasern des Sympathicus und der übrigen Nerven, sie seien aber von einander nicht so verschieden, dass man zwei besondere Arten, sympathische und cerebrospinale, aufstellen könne. Der Sympathicus ist nur theilweise selbständig, nicht aber durch eigenthümliche Nervenfasern, sondern durch die Ganglien und die von ihnen entspringenden Fasern. VALENTIN gab dann eine theilweise Selbständigkeit der sympathischen Nervenknoten zu. ROBIN beschrieb beim Sympathicus zwei Arten von Nervenröhren, breite und schmale. REMAK vertheidigte dann wieder die nervöse Natur der organischen

---

[1]) Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. Vierte Auflage. Leipzig 1874. — Grundzüge der Histologie zur Einleitung in das Studium derselben. Leipzig 1875.

Fasern; er beschrieb ausserdem in den Visceralnerven der Säugethiere andere, mit länglichen Kernen besetzte Fasern, in welchen geschlängelte Längsstreifung sichtbar sei; über ihre Natur wollte er nicht sicher entscheiden. Kölliker war aber noch der bestimmten Ansicht, dass die Remakschen Fasern eine Form des Neurilems seien. Hassall wollte über die Natur dieser Fasern nicht entscheiden. Nach Gerlach gehören sie wirklich zum Nervensystem; er unterschied zwei Arten derselben, die des Olfactorius mit structurloser, kernführender Scheide und zähflüssigem, fein granulirtem Inhalt, und die der Eingeweidenerven, an denen eine Differenzirung in Scheide und Inhalt nicht nachweisbar ist. Nach Frey sind im Olfactorius blasse marklose Nervenfasern deutlich vorhanden; im Sympathicus kommt ausser wirklichen blassen Nervenfasern ein unentwickeltes Bindegewebe in Form blasser kernführender Bänder vor, welche eben die Remakschen Fasern darstellen. Kollmann betrachtete die Remakschen Fasern als Bindegewebselemente. Nach Max Schultze sind die marklosen sympathischen Nervenfasern von derselben Beschaffenheit wie die Olfactoriusfasern; letztere bestehen aus einer zarten kernführenden Scheide und einer homogenen oder etwas streifig körnigen Masse. Nach Waldeyer sind die Sympathicusfasern zum grossen Theil Bündel feinster Fibrillen, Axenfibrillen, welche von einer zarten kernführenden Scheide umgeben sind. Nach Polaillon bestehen die Remakschen Fasern weder aus Mark noch aus Axencylinder, sondern nur aus Hüllen mit anhaftenden Kernen. Robin sah in ihnen rudimentäre, nicht vollständig entwickelte Nervenfasern. Nach Kölliker sind unter den Remakschen Fasern verschiedene Dinge, Scheiden der Nervenfasern und Zellen, Netze von Bindegewebskörperchen und wirkliche Nervenfasern von embryonalem Typus vermischt worden; letztere seien platte, blasse, mit Kernen besetzte Fasern mit undeutlich streifigem körnigem oder mehr gleichartigem Innern. Ausser den markhaltigen gröberen und feineren Fasern erkannte dann Bidder im Sympathicus ausserordentlich feine, gestreckt verlaufende Fäden, die von Stelle zu Stelle mit Kernen versehen seien; zwar schien es ihm auch noch, dass manche dieser Formen zum Bindegewebe gehören, andere betrachtete er aber als völlig nackte Axencylinder. Max Schultze beschrieb dann die marklosen oder Remakschen Fasern als aus einem dickeren oder dünneren Bündel von Nervenprimitivfibrillen, nach Art der Axencylinder, bestehend und durch eine kernhaltige Schwannsche Scheide zusammengehalten; die Fasern seien von verschiedener Dicke. Bidder verfolgte die Verbreitung markhaltiger und markloser Nervenfasern im sympathischen Nerven. Wir beschrieben die myelinfreien Nervenfasern des Sympathicus als von derselben Beschaffenheit wie die der cerebrospinalen Nerven. Robin erwähnt die Remakschen Fasern als Axencylinder, von Schwannschen Scheiden umgeben. Ebenso fasste zuletzt Frey diese Fasern auf.

Histologische Beschreibung.

Die sympathischen Nervenfasern des Menschen.

(Taf. XXI).

Im sympathischen Nerven sind dieselben beiden Nervenfaserarten vertreten wie in den cerebrospinalen Nerven, nämlich myelinhaltige oder Markfasern und myelinfreie oder marklose Fasern. Die Markfasern (Fig. 1—7, 18, 19) sind ganz so gebaut wie die der cerebrospinalen Nerven; sie bestehen aus einem in derselben Weise zusammengesetzten Axencylinder, einer Myelinscheide und einer Schwannschen Scheide, welche mit Einschnürungen und von Protoplasma umgebenen Kernen versehen ist, deren Anordnung den oben bei den cerebrospinalen Nervenfasern dargestellten Gesetzen folgt, weswegen wir auf jene Beschreibung verweisen. Die Breite der Markfasern ist auch beim Sympathicus wechselnd. Es kommen sowohl ganz breite als sehr schmale Fasern und ausserdem manche Uebergangsformen vor. Wir geben in der Tafel XXI einige Beispiele dieser Nervenfasern von verschiedener Dicke. Man sieht aus den Figuren, dass, wie eben angedeutet wurde, je nach steigender Breite der Fasern die Einschnürungen ebenso wie die Kerne weiter von einander liegen. An den schmäleren findet man sehr oft Varikositäten;

doch erhält man nach guter Erhärtung frischer Nerven häufig auch schmale Nervenfasern, die nicht varikös sind. Die Verbreitung der Markfasern im Sympathicus ist sehr verschieden. Im Stamm sowie in mehreren der grösseren Zweige bilden sie im Allgemeinen die Hauptmasse; es sind indessen besonders die schmäleren Markfasern, die hier vertreten sind, obwohl unter ihnen auch einzelne breite vorkommen. In den übrigen Zweigen, z. B. im Milznerven, Nierennerven, Plexus caroticus u. s. w., sind nur spärliche Markfasern vorhanden; im Ganzen nehmen sie gegen die Endausbreitung hin ab.

Die andere Art der den Sympathicus zusammensetzenden Nervenfasern, die marklosen oder myelinfreien (Fig. 8—18) kommen hingegen im Stamm und in den, die Markfasern in grösserer Zahl enthaltenden Zweigen verhältnissmässig spärlich vor, wogegen in den Zweigen, bei denen nur sparsame Markfasern vorhanden sind, die marklosen die Hauptmasse bilden. Wenn man einen der letzteren Zweige, z. B. einen Milznerven, Nierennerven oder einen Ast des Plexus caroticus, nach guter Erhärtung in Ueberosmiumsäure und nachfolgender Behandlung mit Bealeschem Carmin, untersucht, findet man (Fig. 16) den ganzen Zweig aus einer längsstreifigen, durchsichtigen, gelblich glänzenden Substanz bestehend, in welche zahlreiche längsgestellte ovale oder meistens spindelförmige Kerne eingestreut sind, woneben in ihr, wie oben erwähnt wurde, einzelne Markfasern der Länge nach verlaufen. In dieser Substanz sieht man aber kaum die Grenzen der einzelnen Nervenfasern; sie sind nur durch die Längsstreifen angedeutet; dagegen nimmt man hie und da Grenzen von breiteren oder schmäleren Bündeln deutlich wahr, welche zwar bei erster Betrachtung als einfache erscheinen, bei genauerer Durchmusterung sich aber als zusammengesetzt erweisen. In solche Bündel zerfällt oft der ganze Zweig sehr leicht. Wenn man ihn zerzupft (Fig. 14, 15), löst er sich auch der Länge nach in solche mehr oder weniger zahlreiche Bänder auf, welche von sehr verschiedener Breite sind. Die breiteren wiederholen vollständig die Beschaffenheit des ganzen Nervenzweigs, indem bei ihnen nur eine dichte Längsstreifung hervortritt; an den schmäleren und besonders den schmalsten erscheinen hie und da die Längsstreifen mehr oder weniger deutlich als Grenzen sehr dünner Fasern. Diese schmalen Bänder entsprechen offenbar den von mehreren Histologen beschriebenen und abgebildeten sogenannten »Remakschen Bändern». Wenn aber die Zerzupfung noch weiter fortgesetzt wird, lösen sich auch diese Bänder in ziemlich scharf abgegrenzte schmale Fasern auf, oder es trennen sich wenigstens hie und da einzelne solche Fasern in grösserer oder geringerer Strecke von ihnen ab. Diese Fasern (Fig. 8—13) sind bald mehr cylindrisch, bald, und dies scheint das Gewöhnliche zu sein, deutlich abgeplattet. Sie erscheinen im letzteren Falle von der Kante gesehen äusserst schmal, von der Fläche breiter oder, wenn sie gewunden sind, abwechselnd schmal und breit (Fig. 8, 10, 11). Die schmalsten haben eine Breite von 0.0016—0.0024 Mm. Die Substanz der Fasern ist homogen, durchscheinend, im frischen Zustande ganz hell und farblos, nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure etwas gelblich grau. Hie und da tritt an denselben, wenn sie in Flächenlage sich befinden, eine schwache, undeutliche Längsstreifung hervor; die Enden abgerissener Fasern erscheinen oft wie in feinste Fibrillen auslaufend, und zuweilen schiessen solche ganz deutlich von ihnen aus. In der That gelingt es auch dann und wann die Faserbänder in Büschel feinster Fibrillen auslaufen zu sehen (Fig. 14, 15); solche Fibrillenbüschel können sich wieder sammeln und in Bänder übergehen. Es deutet dies also auf eine Zusammensetzung der Nervenfasern aus feinen Fibrillen. In anderen Fällen findet man aber an denselben keine Andeutung einer fibrillären Anordnung, keine Längsstreifung, sondern sie erscheinen vollständig homogen. Von einer jede Faser umgebenden Scheide sahen wir nie bestimmte Spuren. Nie war an unbeschädigten Fasern eine solche Scheide wahrzunehmen, und an zerrissenen sahen wir keine Fetzen derselben haften. Die einzige Bildung, welche für das Vorhandensein einer Scheide spräche, sind die jetzt näher zu erwähnenden Kerne. In den unzerzupften Zweigen sieht man, wie erwähnt, eine Menge ovaler oder vielmehr spindelförmiger Kerne der Länge nach eingestreut und an ihren Enden kleine glänzende Körnchen. Nach Zerzupfung findet man an den aus kleineren Fasergruppen zusammengesetzten Bändern solche Kerne und Körnchen in ziemlich regelmässiger Anordnung (Fig. 14, 15). An solchen Präparaten, wo die verschiedenen Fasern mehr von einander getrennt sind, sieht man, dass die Kerne sowie die Körnchen den einzelnen Fasern, nicht aber einer für mehrere Fasern gemeinsamen Scheide angehören (Fig. 8—13); bei vollständiger Isolirung bekommt man an ihnen in gewissen Abständen die Kerne sehr schön zur Anschauung (Fig. 8—13). Sie sind, wie erwähnt, im Allgemeinen schmal und spindelförmig mit zugespitzten oder etwas abgerundeten Enden; sie liegen den einzelnen Fasern sehr dicht an, können aber dann und wann von ihnen theilweise oder vollständig abgelöst werden, wobei ebenfalls keine Fetzen einer zugehörigen Scheide ihnen anhaften. Die Länge der Kerne schwankt zwischen 0.0128 und 0.0208 Mm.; im Mittel messen sie 0.016 Mm. Sie sind also im Ganzen länger als die Kerne der Markfasern und stimmen mit denen der marklosen Fasern der Cerebrospinalnerven überein. An

beiden Enden der Kerne liegen nun im Allgemeinen die mehrmals erwähnten rundlichen, gelblich glänzenden Körnchen, ein, zwei oder zuweilen auch mehr; sie sind von etwas verschiedener Grösse. Sonst ist kein eigentliches Protoplasma in der Umgebung dieser Kerne wahrzunehmen. Zuweilen findet man jedoch an den Enden isolirter Kerne einen kleinen glänzenden Zapfen haftend.

Dass diese soeben beschriebenen kernführenden Fasern in der That Nervenfasern sind, geht u. A. unzweideutig daraus hervor, dass viele der peripherischen Aeste der sympathischen Plexus constant und fast ausschliesslich aus solchen Fasern bestehen, indem zuweilen nur ein Paar, in anderen Fällen aber gar keine myelinhaltige Fasern in den betreffenden Zweigen vorhanden sind. Ausserdem stimmen sie, wie unten bald etwas näher besprochen werden soll, im Bau fast vollständig mit den Nervenfasern des Olfactorius überein. Endlich ähneln sie den Nervenfasern, in welche an manchen Endausbreitungen die Markfasern nach Abgabe ihrer Myelinscheide auslaufen. Dass sie übrigens den marklosen Fasern der cerebrospinalen Nerven entsprechen, wurde schon bei diesen hervorgehoben. Die marklosen (grauen, vegetativen, organischen, gelatinösen) Nervenfasern des Sympathicus besonders »sympathische» zu nennen ist mithin natürlicherweise nicht exact, erstens weil sie auch den cerebrospinalen Nerven und dem Olfactorius zukommen, zweitens weil der Sympathicusstamm zwar solche Fasern in ziemlicher Menge enthält, grösstentheils aber aus Markfasern besteht. Wir ziehen es deshalb vor, die bezüglichen Fasern nur marklose oder myelinfreie zu nennen. Noch weniger darf man aber die schmäleren myelinhaltigen Fasern dieses Nerven als eigentlich sympathische betrachten, da sie in ganz derselben Gestalt bei den cerebrospinalen Nerven, zuweilen in beträchtlicher Zahl z. B. im Vagus, vorkommen. Der sympathische Nerv zeichnet sich, wenn man nicht die Ganglienzellen mit in Rechnung zieht, mithin im Ganzen nicht durch eigenthümliche Elemente, durch besonders gestaltete Nervenfasern, aus, sondern nur durch die verschiedenartige Vertheilung und das Mengenverhältniss der letzteren zu einander, indem schmälere markhaltige und noch mehr marklose in bedeutend überwiegender Menge in ihm vorhanden, während die breiteren Markfasern nur spärlich vertreten sind. [1])

Die sympathischen Nervenfasern anderer Wirbelthiere.

(Tafel XXII).

Wir untersuchten besonders die des Hundes, Kaninchens, Frosches und Hechtes und hielten uns dabei vorzugsweise an den eigentlichen Stamm und die grösseren Zweige desselben.

Beim Hunde (Fig. 1—8) erwies sich der Sympathicusstamm wie beim Menschen als hauptsächlich aus Markfasern zusammengesetzt; unter letzteren kommen hie und da breite vor, die allermeisten sind aber schmal; sie sind ganz so gebaut wie die cerebrospinalen Nervenfasern, indem die Einschnürungen der Schwannschen und der Myelinscheide nach denselben Gesetzen angeordnet sind und zwischen sich je einen von Protoplasma umgebenen Kern enthalten. Dünne Bündel markloser Fasern sowie auch einzelne solche Fasern sind unter die Markfasern eingestreut. In den Visceralzweigen und im Plexus caroticus findet sich ein umgekehrtes Verhältniss. Hier sind nämlich nur ganz spärliche Markfasern vorhanden, während die marklosen eigentlich die Zweige bilden. Frisch in Humor aqueus, gleich nach dem Tode des Thieres, untersucht, erscheinen diese marklosen Fasern äusserst blass und durchsichtig, und ihre Kerne treten nur schwach hervor; die einzelnen Fasern trennen sich ziemlich leicht von einander und zeigen sich homogen oder schwach körnig. Im optischen Durchschnitt erscheinen sie entweder cylindrisch oder abgeplattet. Zuweilen findet man Fasern, die sich wie zweigetheilt ausnehmen, wobei die Theilungsstelle sogar abgerundet, wie durch eine kleine Schwimmhaut ausgefüllt erscheint (Fig. 6); bei genauerer Betrachtung sieht man aber, dass die Theilung nur scheinbar

[1]) Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, gehen wir hier nicht auf die peripherischen Endverzweigungen der sympathischen Nerven ein. Wir haben deshalb auch oben die jene betreffende umfangreiche Literatur nicht berücksichtigt.

ist, indem zwei dicht beisammenliegende Fasern sich theilweise von einander getrennt haben. Nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure erscheinen die marklosen Fasern der Sympathicuszweige des Hundes ganz wie die des Menschen; wir verweisen deshalb auf die bei diesem gegebene Beschreibung. Durch Goldchlorid bekommen sie eine violette Färbung. Eine Scheide um die einzelnen Fasern konnten wir auch hier nicht wahrnehmen; wir versuchten besonders durch verdünnte Essigsäure (0.001 %) eine solche darzulegen, aber ohne Erfolg.

Beim Kaninchen (Fig. 9—13) besteht der Sympathicusstamm, wie beim Menschen, hauptsächlich aus schmäleren Markfasern, welche eben so gebaut sind wie die in den cerebrospinalen Nerven; sie besitzen also (Fig. 10—11) in gewissen Abständen angeordnete Einschnürungen der Schwannschen und der Myelinscheide, durch welche der Axencylinder ohne von letzterer umschlossen zu sein hindurchtritt, ferner in den Zwischenräumen zwischen den Einschnürungen je einen ovalen Kern, der von nur wenigem körnigem Protoplasma umgeben ist. Unter diesen schmäleren Markfasern, die aber sonst eine ziemlich wechselnde Breite zeigen (Fig. 9), verlaufen aber auch einzelne dickere Markfasern, welche ebenfalls den oben bei den cerebrospinalen Nerven dargestellten Gesetzen folgen. Ausserdem finden sich hie und da, besonders in der Nähe der Ganglien, marklose Nervenfasern, entweder einzeln oder öfter in Bündel gesammelt, zwischen die Markfasern eingemischt (Fig. 9). Es sind diese marklosen Fasern ganz so beschaffen wie die der cerebrospinalen Nerven. Sie bilden, wenn zu mehreren beisammenliegend, helle kernführende Bänder, an denen eine schwache dichte Längsstreifung wahrzunehmen ist. Wenn man sie durch Zerzupfung von einander isolirt, erkennt man sie als Fäden von etwas verschiedener Breite, die aber im Ganzen sehr schmal sind (Fig. 12, 13). Sie erscheinen entweder als mehr cylindrisch oder gewöhnlicher als mehr abgeplattet, zuweilen etwas runzelig oder feinstreifig. An ihnen sitzen in gewissen Entfernungen länglich ovale oder spindelförmige Kerne; eine Scheide ist auch hier nicht deutlich zu sehen. Durch Versilberung markiren sich an diesen Fasern keine Querstreifen als Andeutungen von Einschnürungsstellen.

Beim Frosch (Fig. 14—21) besteht ebenfalls der Sympathicusstamm grösstentheils aus Markfasern von geringerer Breite, unter welche indessen einzelne dickere eingemischt sind. Es sind diese Fasern eben so gebaut wie die der cerebrospinalen Nerven (Fig. 14, 15). Man trifft mithin Einschnürungen und Kerne an ihnen, nach den gewöhnlichen Gesetzen angeordnet. Zwischen diesen Markfasern verlaufen, obwohl spärlich, etwas reichlicher aber in der Nähe der Ganglien, marklose Nervenfasern (Fig. 19), entweder einzeln oder zu kleinen Bündeln gesammelt. Sie zeigen denselben Bau wie die marklosen Fasern der cerebrospinalen Nerven, sind ganz schmal, aber unter einander von etwas verschiedener Breite, entweder mehr cylindrisch oder mehr abgeplattet, hell und farblos, homogen oder schwach gestreift. In gewissen Entfernungen finden sich an ihnen länglich ovale oder spindelförmige Kerne; eine Scheide konnten wir auch hier nie wahrnehmen.

Beim Hecht fanden wir den Sympathicusstamm fast nur aus schmäleren Markfasern zusammengesetzt. Sie zeigen denselben Bau wie die cerebrospinalen Markfasern dieses Thieres und enthalten mithin an der Innenseite der Schwannschen Scheide zwischen je zwei Einschnürungen eine gewisse, je nach der Breite der Fasern etwas wechselnde Anzahl von länglich ovalen oder spindelförmigen Kernen (Fig. 22). Marklose Nervenfasern kamen uns im Stamm nur selten zur Anschauung.

Das Bindegewebe und die Saftbahnen der sympathischen Nerven.

Historischer Rückblick.

Wie in die Cerebrospinalnerven machte Bogros auch in den Sympathicus Quecksilberinjectionen, sogar durch die Rami communicantes hindurch. Remak erwähnt an der Innenseite der Neurilemhülle der Primitivstränge ein plattes Epithelium, das er aber nicht in natürlicher Lage gesehen hat. Henle fand an den grauen Nerven eine

äussere Lage von longitudinalen Bindegewebsbündeln, und auf diese Lage folgt nach ihm ein sehr dichtes Stratum ringförmiger Faserbündel. Reichert betrachtete das die sympathischen Nerven zusammensetzende Bindegewebe als aus einer Grundmasse oder Membran bestehend, welche sich in Falten verschiedener Breite runzele, wodurch die bekannten künstlichen Faserformationen entständen. Kölliker beschrieb das Bindegewebe des Sympathicus als verschieden entwickelte Zellgewebsfibrillen, welche entweder in Bündel vereinigt und mit Kernen versehen sind, oder kernlose Bündel oder endlich mehr unregelmässig geordnete Fibrillen oft mit Kernfasern untermischt darstellen; dieselben umhüllen grössere oder kleinere Partien von Nervenfasern, doch selten weniger als zwei und grenzen sie von einander ab. Robin sah ein Perineurium an den weissen Wurzeln und Visceralzweigen, nicht aber an den grauen. Donders und Mulder fanden im Sympathicus das lockere Bindegewebe in grösserer Menge als in den Cerebrospinalnerven; jedes secundäre Bündel besitze eine dünne geschichtete Umhüllung, Neurilemma proprium, und sei durch lockeres Zellgewebe in die primitiven Bündel vertheilt, ebenfalls durch jenes zu tertiären vereinigt, woneben festes faseriges Gewebe um den Nervenstamm eine allgemeine Hülle bildet. Wir gaben dann eine eingehendere Beschreibung vom Bindegewebe des Sympathicus. Wie bei den cerebrospinalen Nerven unterschieden wir auch hier ein Epineurium, ein Perineurium und ein Endoneurium, welche ganz denselben Bau zeigten wie bei jenen. Ferner legten wir durch Injectionen seröse Bahnen in den Nerven dar, welche mit den der cerebrospinalen Nerven vollständig übereinstimmen und mit ihnen durch die Rami communicantes zusammenhängen.

Histologische Beschreibung.

Beim Menschen hat im Sympathicusstamm das Bindegewebe ungefähr dieselbe Beschaffenheit und Anordnung wie in den cerebrospinalen Nerven. Die myelinhaltigen Nervenfasern wie auch die feineren Bündel der myelinfreien scheinen von, hie und da starken, Fibrillenscheiden umgeben zu sein. Am Querschnitt (z. B. des Bruststammes, Taf. XXI Fig. 20) sind die Nervenfasern durch ziemlich grosse Scheidewände getrennt, welche theils aus Bindegewebe theils aus Bündeln markloser Nervenfasern bestehen. Die Fibrillenscheiden hängen unter einander und mit den endoneuralen Lamellen innig zusammen. Hierdurch entsteht ein den ganzen Stamm durchziehendes bindegewebiges Fächerwerk, welches die Nervenfasern in grössere oder kleinere Bündelchen abtheilt. Die endoneuralen Lamellen, welche ebenso gebaut sind wie in den cerebrospinalen Nerven und gleichfalls Blutgefässe zwischen sich führen, laufen mehr und mehr zusammen und ziehen hie und da gegen die Oberfläche des Stammes, um hier in die perineuralen Lamellen überzugehen. Letztere zeigen ebenfalls dieselbe Zusammensetzung wie an den cerebrospinalen Nerven. Die Fibrillenschicht ist in der Regel stark entwickelt; besonders durch Ueberosmiumsäure treten nämlich in ihnen steife, sich kreuzende, meistens quer und schief gegen die Länge des Nerven gerichtete Balken verschiedener Dicke hervor. An anderen Lamellen sind die Fibrillenzüge schwächer entwickelt, und die Substanz erscheint dann mehr homogen. Sowohl die Fibrillenscheiden als die endo- und perineuralen Lamellen (Taf. XXI Fig. 21, 22) sind ganz wie bei den cerebrospinalen Nerven von Häutchenzellen bekleidet. Durch Essigsäure und Holzessig schwellen jene stark an, und dann treten die sie begrenzenden Häutchenzellen, besonders nach Anilinfärbung, schön hervor. Durch Versilberung markiren sich im Perineurium die Grenzen der Häutchenzellenfelder. Nach aussen ist das Perineurium von einem Epineurium umgeben, welches aus mehr oder weniger zusammenhängenden fibrillären, ebenfalls von Häutchenzellen bekleideten Lamellen besteht. In den Plexus und an den Zweigen des Sympathicus wiederholt sich im Ganzen dieselbe Anordnung des Bindegewebes; das Endoneurium ist wohl um die marklosen Nervenfasern schwächer entwickelt und erhält eine etwas verschiedenartige Beschaffenheit. Zwischen diesen Nervenfasern sieht man nämlich in geringer Menge eine Substanz, die bald deutlich fibrillär bald aber homogen oder schwach körnig, ungefähr wie eine Kittsubstanz, erscheint; an zerzupften Fasern haftet sie zuweilen in Gestalt kleiner körniger oder homogener Fetzen. Das Perineurium und Epineurium behält aber den gewöhnlichen Bau.

Betreffs der Anordnung der Saftbahnen der sympathischen Nerven gilt die bei den cerebrospinalen Nerven gegebene Darstellung. Bei Stichinjection in den Sympathicusstamm geht die Flüssigkeit entweder, wenn die Canülen-

spitze ins Perineurium gelangt, nur in den Spaltenräumen zwischen den perineuralen Lamellen fort (Taf. IV Fig. 6) oder sie dringt von denselben zwischen den endoneuralen Lamellen ins Innere des Nerven, oder, wenn die Canülenspitze ins Innere des Nerven trifft, die Flüssigkeit verläuft auch hier weiter, um bald zwischen den endoneuralen Lamellen in die perineuralen Spaltenräume auszutreten und dort weiter zu gehen. Wie schon oben bei den sympathischen Ganglien erwähnt wurde, läuft die Flüssigkeit bei Stichinjection in dieselben leicht in die abgehenden Nervenzweige ab, sowie umgekehrt bei Stichinjection in letztere leicht von ihnen in die Ganglien hinein. Ebenfalls ist schon oben hervorgehoben, dass durch die Rami communicantes für die Injection offene Verbindungsbahnen zwischen den sympathischen und den cerebrospinalen Nerven vorhanden sind.

Bei den Thieren (dem Hunde, Kaninchen, Frosch, Hecht), wiederholen sich auch dieselben Verhältnisse, die bei ihren cerebrospinalen Nerven obwalten. Vom Frosch haben wir ein Paar sympathische Zweige abgebildet (Taf. XXII Fig. 20, 21); in der ersteren Figur sieht man sehr schön die lamelläre Anordnung des Perineurium; in der zweiten findet man zunächst um das, Reihen von Ganglienzellen enthaltende Nervenfaserbündel ein Perineurium, welches von grossen schwarzen verzweigten Pigmentzellen und ausserdem von einem lamellären Epineurium umfasst ist.

Der Bau der Nervenfasern des Olfactorius.

Wie aus der die marklosen Nervenfasern des Sympathicus betreffenden geschichtlichen Darstellung hervorgeht, hat man schon früher mehrmals diese Nervenfasern mit den Olfactoriusfasern verglichen. Deshalb werden wir hier letztere nur mit einigen Worten berühren. Wir untersuchten die in der Riechschleimhaut verlaufenden Plexus vorzugsweise beim Menschen, aber auch beim Hunde und Kaninchen. Jeder Zweig ist von einer dünnen, homogenen, kernführenden Scheide umgeben, welche vollständig einem Perineurium entspricht. In diesem Perineurium erscheint durch Versilberung die gewöhnliche Zeichnung polygonaler Felder (Taf. XV Fig. 2). Innerhalb des Perineurium findet man das Nervenfaserbündel; in letzterem treten, besonders schön nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Bealeschem Carmin, Längsstreifen und Kerne hervor. Die Längsstreifen geben eine Zusammensetzung aus schmäleren Bündelchen an, welche mehr oder weniger deutlich wahrnehmbar ist. Wenn man ein Bündel zerzupft, löst es sich ziemlich leicht in solche schmälere Bündelchen auf. Letztere sind mit Kernen besetzt und zeigen eine ziemlich dichte Längsstreifung; sie besitzen aber keine gemeinsame Scheide. Wenn man nun weiter ein Bündelchen zerzupft, löst es sich in eine Anzahl feinerer Fasern auf, die an den Enden des Bündelchens oft wie ein Büschel hervortreten. Diese isolirten Fasern sind im frischen Zustande homogen, sehr blass und schwach contourirt, nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure werden sie etwas gelblich, glänzend, schärfer contourirt, zeigen aber keine Spur von Myelin. Sie sind von etwas verschiedener, bei einer und derselben Faser aber von ziemlich gleichbleibender Breite (von 0.0016—0.0024 Mm.), im Durchschnitte bald rundlich bald abgeplattet; sie erscheinen hie und da schwach längsgestreift, sonst aber homogen. Eine Scheide konnten wir an ihnen nicht wahrnehmen. Nur sitzen an ihnen in gewissen Abständen die Kerne, welche länglich-oval oder spindelförmig sind und eine Länge von ungefähr 0.016 Mm. haben; an beiden Enden derselben liegen ein Paar oder mehrere, oft ziemlich grosse, glänzende gelbliche Körnchen.

Es entspricht mithin diese Beschreibung fast vollständig der von dem Bau der marklosen Nervenfasern des Sympathicus gegebenen, weswegen wir in dieser Hinsicht der Ansicht Max Schultzes u. A. beitreten können.

Dass die Perineuralscheiden der Olfactoriusbündel von den serösen Räumen des Gehirns aus injicirt werden können, haben wir bereits in der Ersten Hälfte dieser Arbeit gezeigt.

Der Bau der Pacinischen Körperchen.

Geschichtliches.

Wie in späterer Zeit nachgewiesen ist, kannte schon im vorigen Jahrhundert der deutsche Anatom Vater [1]) die Existenz dieser Körperchen, welche er sogar schon Papillæ nerveæ nannte; er wusste jedoch nichts von ihrer Structur. Seine Entdeckung wurde aber wieder ganz vergessen, bis nach etwa hundert Jahren die Körperchen von dem Italiener Filippo Pacini von Neuem entdeckt wurden. Er soll dieselben zum ersten Mal im Jahre 1831, während er noch Student war, gesehen haben, veröffentlichte aber seinen Fund erst 1835 in einem Briefe an die Società Medico-Fisica di Firenze [2]). Er kannte zu der Zeit sehr wenig von ihrem wahren Bau. Er fand sie constant durch Zellgewebe mit den Nerven verbunden. Uebrigens seien sie wie kleine Cysten gebaut, welche eine weisse, pulpöse, mit seröser Flüssigkeit befeuchtete Substanz enthalten. Eine Nervenfaser konnte er weder ein- noch austreten sehen, er vermuthete jedoch, dass sie von nervöser Natur und wahrscheinlicher Weise kleine Ganglien im Dienste des Tastgefühles seien, weshalb er sie Tastganglien nannte. Im Jahre 1836 machte Pacini eine neue Mittheilung über diesen Gegenstand, und im Jahre 1840 [3]) erschienen dann seine ausführlicheren Untersuchungen. Er beschreibt die Structur der Körperchen folgendermassen: Sie bestehen aus vielen dünnen, concentrisch geordneten, in einander geschachtelten Lamellen oder Kapseln; diese Kapseln sind durch Zwischenräume (Spatia intercapsularia) von einander getrennt, und in diesen Zwischenräumen findet sich eine klare Flüssigkeit. An dem centralen Ende, dem Stiele (Funiculus), welcher mit dem Nerven zusammenhängt, verlängern sich die Kapseln als concentrische Röhren eine Strecke auf dem Nerven hin. Weil die Röhren der inneren Kapseln sich weiter in das Körperchen einsenken, entsteht eine conische Verlängerung des Stiels in das Körperchen hinein (prolungamento conico). Die innerste Kapsel geht sogar, wie ein kleiner Canal, bis nahe an das peripherische Ende. Hier sieht man dann oft einen hellen Streifen nach der Peripherie fortlaufen; dieser ist der Ausdruck einer Art von Ligament, des Ligamentum intercapsulare, welches die einzelnen Kapseln vereinigt; das Ligament kann aber oft zwischen den äusseren Kapseln fehlen. Das eigentliche Verhältniss zu dem Nervenfaden selbst wurde Pacini nicht klar, um so weniger, als er die feinere Structur der Nerven noch nicht kannte.

Schon im Jahre 1833 wurden diese Körperchen von Andral, Camus und Lacroix gesehen, ohne dass sie von Pacinis Entdeckung wussten. Die Nachricht von ihrem Funde wurde aber erst 1836 veröffentlicht [4]) und die Structur der Körperchen von ihnen nicht weiter untersucht. Einige Jahre später fand Lacauchie [5]) die entsprechenden Körperchen im Katzenmesenterium. Nach ihm bestehen dieselben aus einem peripherischen Theil, der aus 15—20 concentrischen Schichten zusammengesetzt ist, und einem centralen Canal, der auf der einen Seite abgerundet endigt, auf der anderen geschlängelt zu einem Lymphgefäss sich begiebt und darin sich öffnet. Er sah sie daher als zu den Lymphgefässen gehörend an.

[1]) Diss. de Consensu Partium corporis humani. Vitembergæ 1741. — Museum anatomicum. Helmstadii 1750.

[2]) Reproducirt in Nuovi organi scoperti nel corpo umano. Pistoja 1840.

[3]) Nuovo Giornale dei Letterati. T. XXXII. Pisa 1836. — S. Nuovi organi etc.

[4]) Nach Cruveilhier. Anatomie déscriptive. T. IV. Paris 1836.

[5]) Comptes rendus hebdom. des Séances de l'Académie d. Sciences. T. 17. 1843.

Durch die Monographie von HENLE und KÖLLIKER [1]) wurden aber die Untersuchungen PACINIS bestätigt und wesentlich weiter geführt. Sie beschrieben beim Menschen und der Katze in den bezüglichen Körperchen, welche zuerst von ihnen »die Pacinischen» genannt wurden, ein System von äusseren, mehr durch Flüssigkeit von einander getrennten, und eins von inneren, näher an einander liegenden Kapseln, welche beide Systeme aber allmählig in einander übergehen. Die innerste Kapsel, die von ihnen sog. centrale, begrenzt einen Raum, welchen sie »die Höhle der centralen Kapsel» nennen. Diese Höhle enthält ausser dem Nerven eine Flüssigkeit, welche vermuthlich dieselbe sei, wie die der äusseren Kapselräume. Die Kapseln sind hie und da durch Querscheidewände mit einander verbunden; gabelförmige Theilungen und Verschmelzungen der einzelnen Kapseln nahmen sie auch wahr. Die Existenz eines wirklichen Ligamentum intercapsulare wurde von ihnen bezweifelt. Nach dem Stiel zu, im Stielfortsatz (Processus pedunculi), setzen sich nach ihrer Meinung die Kapseln theils centralwärts fort, theils legen sie sich demselben nur an und sind von ihm durchbohrt. Oft noch innerhalb des Körperchens, jedenfalls aber in dem Stiel, verliert sich die concentrische Anordnung; statt der cylindrischen Hüllen zeigen sich longitudinale Bindegewebsbündel wie in anderen Nervenscheiden. Blutgefässe finden sich sowohl an der Oberfläche der Körperchen als auf tieferen Kapseln, erreichen aber keineswegs die innersten. Jede Kapsel (wenigstens von den äusseren) besteht, nebst zahlreichen Kernen, aus zwei Schichten fibrillären Bindegewebes, nämlich aus einer äusseren Querfaserschicht und einer inneren Längsfaserschicht; die Kerne liegen an der Innenfläche letzterer Schicht. Durch den Stiel dringt immer eine markhaltige Nervenfaser, von Bindegewebe dicht umgeben, ein; sie ändert plötzlich am Uebergang in die Centralhöhle ihr Aussehen, verliert ihre dunklen Ränder, wird schmäler und platt; zuweilen treten wieder streckenweise die dunklen Ränder auf; ob eine Hülle die Faser umgiebt, wie es zuweilen schien, konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden. Die Nervenfaser endigt im Grunde der innersten Kapsel mit einer knopfförmigen Anschwellung und sehr häufig nach gabelförmiger Theilung. Die Anschwellung zeigt verschiedene Gestalt und Grösse; meist ist sie birnförmig oder rundlich; ihr Gewebe zeigte sich bald feinkörnig und dunkler, bald mehr homogen und blass; sie lag in seltenen Fällen dem Grunde der Kapsel dicht an. Zuweilen fand sich eine Andeutung eines Bläschens in der Anschwellung. Bei der gabeligen Theilung der Nervenfaser hatte jeder Zweig seine Anschwellung, was den Gedanken anregte, ob nicht das Ende der blassen Faser eine Ganglienkugel wäre; die nähere Untersuchung sprach freilich entschieden dagegen. Zweimal wurde eine dreifache Theilung gesehen. HENLE und KÖLLIKER studirten auch die Formabweichungen der Pacinischen Körperchen, fanden z. B., dass eine Nervenfaser zuweilen ein Körperchen nur durchdringt, um bald danach in einem anderen zu endigen. Betreffs der Bedeutung glaubten sie, dass die Pacinischen Körperchen electrische Organe seien und suchten dies durch Experimente zu bestätigen.

Nach C. J. MAYER [2]) bestehen die Körperchen (»Bläschen») aus einer äusseren gestreiften Masse und einem inneren drüsenähnlichen, mit Ausführungsgang versehenen Theile.

Nach REICHERT [3]) bestehen die Kapseln der Pacinischen Körperchen aus Bindegewebe. In dem Zustande der durch den Liquor intercapsularis bewirkten grössten Ausspannung besteht die Wandung der Kapseln nicht, wie HENLE und KÖLLIKER beschrieben, aus zwei Schichten sich durchkreuzender Fibrillen, sondern aus einer structurlosen, glashellen, hin und wieder gekernten Membran. Sobald indess in Folge von austretendem Liquor intercapsularis die Spannung allmählig vermindert wird, werden die Contouren der Kapseln unregelmässig, und feine, dunkle Streifen treten auf, grade den Verlauf ursprünglich beobachtend, den die mechanischen Bedingungen für den Verlauf und die Richtung der Faltenzüge gebieten, nämlich in den kurzen queren Durchmesser des Körpers. Je mehr der Liquor intercapsularis ausfliesst, zeigen sich feine Streifenzüge in der Richtung des Längsdurchmessers des Körpers, von ganz demselben Verhalten, wie die Streifenzüge in dem anliegenden, nicht ausgespannten Bindegewebe im Mesenterium der Katze; sie rühren von den jetzt freiwillig sich bildenden Längsfalten her. Die Trennung der Kapseln, die mehr nach aussen liegen, in einzelne Fibrillen gelingt leicht, wie denn überhaupt die Membran der Kapseln in dem nicht ausgespannten Zustande von dem in der Umgebung befindlichen Bindegewebe des Mesenterium nicht abweicht.

TODD und BOWMAN [4]) geben eine Beschreibung der Pacinischen Körper, welche sich in mancher Hinsicht HENLE—KÖLLIKERS anschliesst. Vom Stiele äussern sie indessen, dass er wie ein conisches Rohr, welches alle Kapseln durchbohrt, ins Körperchen inserirt ist und seine eigene Wand hat, weshalb er mit den Kapselräumen nicht communicirt.

[1]) Ueber die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugethiere. Zürich 1844.
[2]) Die Pacinischen Körper. Bonn 1844.
[3]) Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen und vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845.
[4]) The Physiological Anatomy and Physiology of Man. Vol. I. 1845.

An dieser Wand sind die Kapseln befestigt; das fibröse Gewebe des Stiels wird auch nach und nach an ihre innere Fläche angeheftet bis zu der Centralkapsel, wo es endigt. Am peripherischen Ende des Körperchens sind die Kapseln innig mit einander verbunden; Todd—Bowman wollen die Existenz eines Ligamentum intercapsulare nicht leugnen; sie sahen es aber selten die Aussenfläche des Körperchens erreichen. Die äusseren Kapseln scheinen oft aus zwei Lamellen zu bestehen, von welchen die innere Kerne enthält, die äussere dagegen aus circulären oder queren Fasern gebildet ist. Die Kapseln zeigen immer eine deutliche Querstreifung; sie sind auch hie und da durch quere oder schiefe Bänder, von demselben Bau wie die Kapseln selbst, mit einander verbunden. Jeder Kapselraum ist abgeschlossen, so dass die in ihm befindliche, reichliche, klare Flüssigkeit nicht in die anderen fliessen kann. Feine Blutgefässe finden sich an der Oberfläche des Körperchens; ein solches Gefäss dringt im Stiel bis an die Centralhöhle fort und sendet von da einige Schlingen zu den Intercapsularräumen. Die Substanz, welche sich in der Centralhöhle befindet, scheint nicht die gewöhnliche Flüssigkeit zu sein; sie ist mehr solid und hält den Nerven stets in ihrer Axe fest. Der Nerv verliert beim Eintritt in die Höhle seine doppelten Contouren und geht wie ein Axencylinder, vielleicht von einer (Schwannschen) Scheide umgeben, einfach oder in zwei bis drei Zweige getheilt, bis an das peripherische Ende der Centralhöhle, wo er mit knopfförmigen, keine Kerne enthaltenden Anschwellungen endigt. Ueber die Bedeutung der Pacinischen Körperchen konnten sie nichts Näheres angeben. — In einem späteren Aufsatz [1]) gab dann Bowman ungefähr dieselbe Beschreibung der Körperchen.

Pappenheim [2]) behauptete, zu wiederholten Malen gesehen zu haben, dass die Nerven der Pacinischen Körperchen mit Schlingen endigten, in der Weise, dass zwei Nervenfasern sich mittelst einer Schlinge vereinigten.

Bidder [3]) untersuchte die Pacinischen Körperchen im Mesenterium der Katze, um zu erfahren, ob die Nervenfaser derselben in einer Ganglienkugel endigte. Er kam aber in dieser Frage nicht ins Reine. Die knopfförmige Anschwellung, mit welcher die Faser zu enden scheint, lässt sich nach ihm durch eine plötzliche Biegung, eine knieförmige Einknickung u. dergl. deuten. Er will dessen ungeachtet den Gedanken an eine in das Körperchen eingebettete Ganglienkugel nicht aufgeben. Von einer Theilung der Nervenfaser im Körperchen konnte er sich nicht überzeugen. Dagegen meint er, dass die Nervenfaser besonders oft nur durch das Körperchen hindurchgehe. Betreffs der Kapseln stimmt er Reicherts Ansicht vollkommen bei.

Strahl [4]) zeigte durch Untersuchungen an den Pacinischen Körperchen mit dem galvanischen Multiplicator, dass nicht die geringste Schwankung in der Magnetnadel entstand, man mochte die Pole in der Längsaxe oder in der Breitenaxe des Körperchens anlegen oder gar in dasselbe eindringen. Betreffs des Baues giebt er von den Körperchen des Katzenmesenterium an, dass im Stielfortsatz das Neurilem von der Nervenfaser in fast regelmässigen Ausbuchtungen zurücktritt und somit um sie eine Scheide mit rosenkranzartigen Anschwellungen bildet. An dem Neurilem, welches mit in den Stielfortsatz eindringt, sah er keine deutliche faserige Structur; es endet mit dem Stielfortsatz und dringt nie mit in die centrale Höhle ein. Die Kapselwandungen bestehen aus structurlosem Bindegewebe, in welches Kerne eingebettet sind. Eine faserige Structur war selbst mit starken Vergrösserungen nicht zu beobachten, und am Allerwenigsten ein Unterschied von Längs- und Querfasern. Am Stielfortsatz grenzen sich alle Kapseln auf das Bestimmteste ab, indem sie, sowohl die äusseren wie die inneren, sich hier etwas ausbreiten und eigenthümlich zurunden. Die Querlinien, die man am Stielfortsatz sieht, sind die Durchschnitte der Kapseln, indem diese vom Nervenfaden und seinem Neurilem durchbohrt werden. Jede Kapsel ist in sich geschlossen und communicirt nirgends nach aussen. Am peripherischen Pole verschmelzen sehr oft zwei Kapselwandungen mit einander und gehen als einfache Wandung weiter. Diese Verschmelzung ist die Ursache zu Pacinis Annahme vom Ligam. intercapsulare. Einige der innersten Kapseln sind am peripherischen Ende auch von der centralen Höhle durchbohrt. Der Nerv endet in der centralen Höhle nicht so deutlich geknöpft, wie man dies früher abgebildet hat; indess tritt die kolbenförmige Endanschwellung jedesmal nach Druck ein und, wenn man den Nervenfaden von allen umhüllenden Kapseln befreit hat.

Herbst, welcher den Pacinischen Körperchen mehrjährige Untersuchungen widmete, veröffentlichte dieselben in einer Arbeit [5]), in welcher er besonders die Formabweichungen durch zahlreiche Abbildungen erläutert, ferner die Ausbreitung der Körperchen bei den Säugethieren und die ungefähre Anzahl derselben im Organismus

[1]) The Cyclopædia of Anatomy and Physiology. Vol. III. 1847.

[2]) Comptes rendus hebdom. des Séances de l'Académie des Sciences. T. 23. 1846, 2.

[3]) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847.

[4]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1848.

[5]) Die Pacinischen Körper und ihre Bedeutung. Göttingen 1848.

bespricht. Aber auch von ihrem Bau giebt er eine ausführliche Darstellung. Bei den Kapseln unterschied er ein äusseres, ein mittleres und ein inneres System; jede Kapsel besteht auch nach ihm aus einer doppelten Lage, nämlich aus Längen- und Querfasern, von denen letztere die äussere Schicht bilden; die Längenfasern enthalten viele Kerne. Zwischen den Kapseln findet sich eine Flüssigkeit, aber dabei auch Intercapsularmembranen, welche nicht als besondere, für sich bestehende Häute, sondern als Lamellen, Querfortsätze oder feine Theilungen der Kapseln anzusehen sind und von einer Kapsel in die benachbarte übertreten; an den beiden Polen sind sie am zahlreichsten und stärksten. Die Kapseln setzen sich geradezu und ohne Unterbrechung noch über die centrale Grenze des Körperchens fort, bilden die äussere Schicht des Neurilems der Nervenfaser und können als einzelne röhrenförmige Lamellen oftmals noch in ziemlicher Entfernung von dem Körperchen verfolgt werden. Sie verbinden sich, bei ihrer Entfernung vom Körperchen, genauer unter einander, so dass der Stiel zuletzt nur den gewöhnlichen Durchmesser der Nervenprimitivfaser besitzt, von welcher er dann nicht mehr unterschieden werden kann. Nach innen vom inneren Kapselsystem beschreibt er noch ein Centralkapselsystem von 6—8 Kapseln; nach innen von denselben finde sich eine Centralhöhle, in welcher der bandförmige Centralnerv liegt. Der Nerv ist von einem dünnen, hauchähnlichen Ueberzug dicht umschlossen, welcher sich in dem unteren Theil als schmale Contour — als wirkliche Membran, welche Längs- und Querfasern enthalten muss — erkennen lässt, nach dem peripherischen Ende abnimmt und sich zuletzt dem Auge entzieht. Das äusserste Ende des Centralnerven ist von verschiedener Dicke, aber immer knopfartig oder kolbig, entweder rundlich oder mit stumpfen Ecken versehen und höckerig. Oft aber theilt die Faser sich zuvor in zwei, drei oder mehrere Aeste, welche gleichfalls knopfförmig enden, und dann ist das Ende der Centralkapsel erweitert. Das Kopfende liegt frei in der die Centralkapsel erfüllenden Flüssigkeit und steht mit der benachbarten Kapselwand in keinem Zusammenhang. Der Centralnerv ist daher nichts als eine Nervenfaser mit locker verbundenen Neurilemschichten. Das Ligamentum intercapsulare ist ein zuweilen noch offener, zuweilen verwachsener und dann als ein ligamentöser Streifen bestehender Canal, welcher aus der Entwicklung des Körperchens stammt; zu dem Ligament (dem Processus) gehört ein Blutgefäss. Ein anderes arterielles Blutgefäss begleitet die Nervenfaser im Stiel bis zum Boden der innersten Kapsel und giebt viele Aeste ab, welche mit dem centralen Gefäss anastomosiren. Auch an der Oberfläche des Körperchens liegen zwei Blutgefässe, von welchen zahlreiche Aeste ins Körperchen eindringen. Von Saugadern habe er stets an den Körpern des Katzenmesenterium an einer, oft an beiden Seiten ein ansehnliches Gefäss liegen gesehen, von welchen eines nahe an den Stiel tritt und einen aus dem Körperchen entspringenden, neben den Blutgefässen liegenden kleinen Saugaderzweig aufnimmt. Unter den Formabweichungen unterschied er die zusammengesetzten, die verschmolzenen und die unvollständigen Körperchen und stellte unter denselben noch viele andere Varietäten auf.

Bis jetzt waren die Pacinischen Körperchen nur bei den Säugethieren bekannt. In einigen folgenden Mittheilungen beschrieb sie Herbst [1], besonders in ihrer Verbreitung, auch bei den Vögeln. Ueber den Bau derselben giebt er nur kurz an, dass sie aus einem äusseren, einem mittleren und einem inneren Kapselsystem bestehen, und dass das Ende der Markfaser in der Centralkapsel knopf- oder keulenförmig ist. Herbst, welcher in einer seiner Mittheilungen die Pacinischen Körperchen als Organe der thierischen Electricität angesehen hatte, suchte später zu beweisen, dass sie Tastorgane zur Aufnahme äusserer Eindrücke sind; so z. B. dienen diejenigen der Hand des Menschen dazu, beim Angreifen und Festhalten härtlicher Gegenstände das Widerstandsvermögen derselben, und die des Fusses, während des Gehens den Grad der Weichheit, Härte, Elasticität etc. des Bodens zu erkennen. Im Vogelschnabel sind sie gleicherweise Tastorgane, in der Vogelzunge aber Organe zur Verschärfung der Geschmacksempfindung.

Dieser Fund der Körperchen bei den Vögeln wurde von Will [2]) bestätigt und durch ausführliche Untersuchungen erweitert. Betreffs des Baues fand er das von ihm sog. äussere durchsichtige, mehrgeschichtete Neurilem in seinen einzelnen Schichten aus dicht gelagerten, wahrscheinlich kernhaltigen Zellen bestehen. Flüssigkeit findet sich ebenso wenig in dieser Lage als im sog. inneren Neurilem (auch bei den Säugethieren leugnet er die Flüssigkeit). Das innere Neurilem besteht aus geraden oder leicht gebogenen, in dichten Schichten um die sog. Centralhöhle liegenden Fasern. Die sog. Centralhöhle besteht aus einer hellen durchsichtigen Masse, höchst wahrscheinlich aus dicht an einander gelagerten Zellen. Der Nervenfaden wird bei seinem Eintritt in den centralen Cylinder fast um die Hälfte dünner, scheint aber bis an sein Ende das Nervenmark zu behalten. Wie er endigt, konnte Will

[1]) Göttingische Gelehrte Anzeigen 1848. Bd. III. Stück. 162—164. — Nachrichten v. d. G. A. Universität u. d. Kön. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1849, 1850, 1851.

[2]) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1850. Bd IV.

nicht entscheiden. Zuweilen glaubte er von ihm kurze Fäden abgehen zu sehen. Ein knopfförmiges Ende konnte er weder bei den Vögeln noch bei den Säugethieren finden.

Die Pacinischen Körperchen bestehen nach HASSALL [1]) in ihren äusseren Theilen aus vielen concentrischen, in einander geschachtelten Lamellen oder Kapseln, welche aus weissem Fasergewebe gebildet sind, zahlreiche Kerne in ihrer Substanz enthalten und durch deutliche, von einer Flüssigkeit erfüllte, unter sich nicht communicirende Zwischenräume von einander getrennt werden. »Wenn man nun die äusseren grösseren Kapseln genau betrachtet, so bemerkt man nicht selten, dass sie doppelte, durch einen schmalen Raum getrennte Ränder haben, weshalb sie den Eindruck machen, als ob jede Kapsel aus zwei besonderen Membranen bestünde, und zwischen diesen beiden Rändern sind eben die Kerne gelegen». Die Kapseln setzen sich jedoch nicht bis ganz in das Centrum des Körperchens fort, sondern es befindet sich dort eine mit einer Flüssigkeit erfüllte Höhle von elliptischer Form. Die Höhle öffnet sich nach aussen vermittelst eines Canals, welcher sämmtliche Lamellen durchbohrt und dessen Wand von ihnen gebildet wird. Ein einzelnes Nervenröhrchen geht durch den Canal hindurch in die eben beschriebene centrale Höhle hinein und endet mit einer kleinen Erweiterung, mit der es an der innern Wand der entgegengesetzten Seite der Höhle sich anheften soll, nachdem es beim Eintritt in dieselbe seine doppelten Ränder verloren hatte.

LEYDIG [2]), welcher die Pacinischen Körperchen der Vögel (Taube) untersuchte, sah im äusseren Neurilem nicht Zellen, sondern nur Bindesubstanz, dessen Streifung von homogenen Schichten und den eingelagerten Kernen herrührte. Diese Lage ist eine directe Fortsetzung des Nervenneurilems. Keine Flüssigkeit findet sich darin. Das nach innen davon liegende Gewebe besteht aus Fasern, welche um den Centralstrang circulär herumgewickelt sind. Die Fasern sind fein, unverästelt, leicht gebogen oder häufiger gerade gestreckt, nicht elastisch (Natron, Essigsäure). Zwischen diesen Fasern liegen Fettkörner und Kerne, die letzteren besonders in der Nähe des Centralstranges. Dieser ist die Nervenfaser selbst, welche nach Verlust ihrer Markscheide sich zu einem Kolben erweitert, während der helle Streifen im Inneren des letzteren (die Nervenfaser anderer Histologen) ein von klarer Flüssigkeit erfüllter Canal mit kuglig erweitertem Ende ist. LEYDIG stellte auf diese Gründe hin auch die Frage, ob nicht ein ähnliches Verhalten bei den Säugethieren obwalte, in welchem Falle der sog. Axencylinder nur ein Hohlraum sein würde.

Ueber das Verhältniss des Stieles zu den Kapseln äussert GERLACH [3]), dass die letzteren nicht von jenem durchbohrt werden, sondern sich um den Stiel legen und dabei die Röhrenform annehmen. Das Neurilem des Stieles geht dabei allmählig in die aus den Kapselmembranen gebildeten concentrischen Scheiden über.

Diese Frage wurde bald danach von KÖLLIKER [4]) geprüft. Er fand bei der Katze seine und HENLES Angaben bezüglich der Nervenfaser des Körperchens bestätigt. Sie geht als die directe Fortsetzung der Nervenfaser des Stiels wie ein schmaler, markloser, aber von einer dünnen Hülle umgebener, stellweise in seinem Innern einen feinen, dunklen, centralen Streifen zeigender, oft getheilter Faden in der Axe des Körperchens fort, wogegen die letztere, die helle Axe, nicht wie HENLE und er selbst früher geglaubt, eine Centralhöhle sei, sondern in ihren äusseren Theilen aus blassen und zarten kernhaltigen, bindegewebigen Lagen besteht, die ohne scharfe Grenze an die innersten Kapseln sich anschliessen und weiter nach innen bis an die blasse Nervenfaser heran aus einem fein granulirten, mit zarten Kernen verschenen Gewebe gebildet werden. Bei den Vögeln glaubte er aber den Anschauungen LEYDIGS beipflichten zu müssen, nur mit dem Unterschied, dass der Centralcanal von einer besonderen Membran umgeben und dass um den Centralstrang selbst eine einfache Lage querer, dichtstehender Kerne vorhanden sei. Die centrale Axe (der Innenkolben) der Säuger entspräche also nicht dem Centralstrang der Vögel; bei den Säugern sei der in der Axe verlaufende centrale Streif dem ganzen Centralstrang der Vögel gleich zu setzen.

HUXLEY [5]), welcher die Pacinischen Körper der menschlichen Hand untersucht hatte, konnte keine von einer Flüssigkeit erfüllte Kapselzwischenräume und keine Centralhöhle finden. Wenn ein solcher Körper in zwei getheilt wird, behält jede Hälfte ihre Härte und Spannung und fällt nicht zusammen. Jede Schicht des Körperchens ist mit der nächstliegenden durch eine feine, durchsichtige, mehr oder weniger granuläre oder bisweilen fibrilläre Substanz vereinigt. Der Nerv liegt nicht in einer Höhle, sondern in einer soliden homogenen Substanz und endigt

[1]) ARTHUR HILL HASSALLS Mikroskopische Anatomie des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Aus d. Engl. übers. v. D:r OTTO KOHLSCHÜTTER. Leipzig 1852.

[2]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 5. 1854.

[3]) Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Zweite Auflage. Mainz 1854.

[4]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. 5. 1854.

[5]) Quarterly Journal of microscopical Science Vol. II. 1854.

allmählig in einem Theil dieser Substanz, in welcher eine grosse Menge von Kernen (endoblasts) sich findet und welche deswegen fast dem Knorpelgewebe ähnlich ist. Das übrige Körperchen ist wesentlich in derselben Weise gebaut; das Ansehen von concentrischen Kapseln ist nur verursacht durch die Anordnung der Kerne in concentrischen Schichten im äusseren Theil des Körperchens und die Vereinigung derselben durch Lamellen und Fasern von mehr oder weniger unentwickelter elastischer Substanz. Die concentrischen Linien der Pacinischen Körper beweisen nicht, dass diese aus Kapseln zusammengesetzt sind, ebenso wenig als die parallelen Linien im Neurilem der feineren Nervenzweige beweisen, dass diese aus concentrischen Röhren gebildet seien. In beiden Fällen ist die Erscheinung ganz einfach die Folge von der Anordnung des elastischen Gewebes.

Leydig [1]) suchte seine Ansichten vollständig aufrecht zu erhalten und dehnte sie auch bestimmter auf den Menschen und die Säugethiere aus. »Die sog. centrale Höhle ist ein solider Strang, der das verdickte Nervenende repräsentirt und nach seiner Länge von einem feinen Canal durchzogen ist».

Diese Ansichten Leydigs wurden dann von Keferstein [2]) zur Widerlegung aufgenommen. Bei der Katze fand er in der Centralhöhle Henles und Köllikers Längsstreifen, welche letztere bis an die Nervenfaser gehen und ein ganz ähnliches Ansehen wie die Kapsellinien haben; sie scheinen aber nicht der Ausdruck von so regelmässigen Kapseln wie die aussenliegenden zu sein, sondern nur der einer mehr oder weniger regelmässig geschichteten Bindegewebshülle; auch sieht man in sie die Bindegewebshülle des eintretenden Nerven übergehen. Zwischen diesem Bindegewebe ist eine feinkörnige Substanz gelagert, und viele Kerne treten (durch Natron) in ihr auf. Die ganze Terminalfaser ist fein granulirt, platt. In ihrer Mitte erscheinen oft zwei regelmässige, parallele, mehr oder weniger glänzende Contouren, zwischen denen die Terminalfaser ihr gewöhnliches blass granulirtes Aussehen hat; oft aber sieht man auch die Körnchen, welche die Terminalfaser anfüllen, in der Mitte nur dichter gedrängt liegen und keine eigentliche Contouren haben. Die Faser ist sehr oft gabelig getheilt und hat ein knopfförmiges Ende, von welchem man oft noch einen feinen Ausläufer ausgehen sieht. Im Knopfe findet man sehr constant einen dunkler granulirten Raum. Die Kapseln der Pacinischen Körperchen der Katze bestehen aus einer fein granulirten Bindegewebsmembran, in der in verschiedenen Richtungen feinste Bindegewebsfibrillen verlaufen, und mit ovalen, platten Kernen versehen ist. Diese Kapseln entsprechen den schmalen, glänzenden Linien, welche man am scheinbaren Querschnitte sieht, und nicht den breiteren blassen Räumen. In den letzteren findet sich Flüssigkeit und gewöhnliches Bindegewebe, aus langen geschlängelten Fäden bestehend, die in Essigsäure völlig erblassen. Dieses Bindegewebe zeigt sich im scheinbaren Querschnitt als eine Menge scharfer Punkte, welche nie in so regelmässiger Lage zu den Kapsellinien liegen, wie Henle und Kölliker sie abbilden, sondern nur die Zwischenräume in querer Richtung durchziehen. Da die Kapseln einander nahe liegen, ist nicht zu entscheiden, zu welcher glänzenden Linie die Punkte gehören; wo dieselben aber weiter von einander abstehen, schienen die Punkte medianwärts von den glänzenden Linien zu liegen [3]). Bei den Vögeln sah Keferstein den eintretenden Nerven sich erweitern und dessen Contouren in die der breiten Terminalfaser übergehen; in der Mitte der Faser fand er einen breiten, glänzenden, fein granulirten Strang, der im Ende derselben knopfförmig anschwillt. Auf der Oberfläche der Terminalfaser treten in Längsreihen stehende grosse Kerne auf, die zu beweisen scheinen, dass die Terminalfaser von einer Bindegewebshaut umhüllt ist. Bei Behandlung mit Natron sieht man die Terminalfaser meistens in längsgestellte, kurze, gebogene Körperchen und Punkte zerfallen, die aber nicht bis dicht an den Centralfaden gehen, sondern einen blass granulirten Raum dazwischen frei lassen. Dass der Centralfaden kein Canal ist, scheint daraus hervorzugehen, dass er deutlich granulirt ist, oft keine scharfe Begrenzungen hat und unmittelbar aus dem eintretenden Nerven entspringt. »Es scheint mir deshalb die Terminalfaser bei Säugethieren und Vögeln, obwohl sie hier so sehr viel breiter ist, eine ganz ähnliche Differenzirung zu haben: d. h. in ihrer Mitte hat sie eine andere Beschaffenheit als an ihren Seiten, etwa wie in der Mitte des Nerven der Axencylinder und an den Seiten das Nervenmark liegt». Keferstein scheint also auch den ganzen Innenkolben der Vögel zu der Terminalfaser gerechnet zu haben.

[1]) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere 1857.

[2]) Nachrichten v. d. G. A. Universität u. d. Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen 1858. N:o 8.

[3]) Keferstein und Andere geben an, dass Strahl und Will die breiteren, blassen Räume, d. h. die Zwischenräume der Kapseln, für die Kapseln selbst genommen haben sollen. Bei Strahl können wir keine hierauf bezügliche Angabe finden und bei Will nur eine die Vogelkörperchen betreffende; der letztere Histolog sagt nämlich vom äusseren Neurilem, dass man in den dunklen Grenzlinien der einzelnen Schichten ebenfalls längliche Körperchen, wahrscheinlich die wandständigen Kerne der Zellen, findet, aus denen das äussere Neurilem besteht. Diese Aeusserung ist gewiss ganz richtig, denn bei den Vögeln erscheinen die dichtliegenden sehr dünnen Zellenlamellen der äusseren Kapseln als hellere, durch sehr feine dunklere Grenzlinien von einander getrennte Streifen. Die fragliche Ansicht wurde zuerst von Henle und Kölliker als die eine Möglichkeit aufgestellt, aber auch sogleich wiederlegt. Hassall erwähnt dann die Zusammensetzung der Kapseln aus zwei Membranen mit zwischenliegenden Kernen.

Nach VIRCHOW [1]) zeigt das Pacinische Körperchen eine verhältnissmässig grosse Reihe von elliptischen und concentrischen Lagen, welche am oberen Ende ziemlich nahe an einander stossen, am andern weiter von einander abweichen und im Innern einen länglichen, gewöhnlich gegen das obere Ende spitzeren Raum umschliessen. Innerhalb dieser Lagen erkennt man deutlich (durch Essigsäure) regelmässig Kerne eingelagert, und wenn man jene gegen den Nervenstiel hin verfolgt, so sieht man sie zuletzt in das hier sehr dicke Perineurium übergehen. Man kann sie daher als colossale Entfaltungen des Perineurium betrachten, welche aber nur eine einzige Nervenfaser umschliessen. Letztere verläuft nach Abgabe des Myelins als Axencylinder in der centralen Höhle, um gewöhnlich in der Nähe des oberen Endes einfach, oft mit einer kleinen kolbigen Anschwellung, zu enden. In seltenen Fällen theilt sich der Nerv und geht mit mehreren Aesten in das Körperchen über.

Dann gab W. KRAUSE [2]) eine Zusammenstellung dessen, was man damals von den Pacinischen Körperchen kannte. Er schloss sich HENLE, KÖLLIKER, HERBST und KEFERSTEIN an. Er glaubt auch die Querscheidewände, die Theilungen und Verschmelzungen der Kapsellamellen gesehen zu haben. Die Lamellen bestehen aus einer Membran, in der grosse, längsgestellte Kerne, meistens an der Innenseite, liegen. Jede Lamelle ist zusammengesetzt aus einer inneren Schicht, welche sich als eine homogene Membran ohne Längsfasern zeigt, an welcher aber nach Behandlung mit Chromsäure Längsfasern auftreten sollen (KRAUSE citirt hierfür KEFERSTEIN, dieser spricht aber von Fibrillen »in verschiedenen Richtungen»), und aus einer äusseren Schicht, aus queren Bindegewebsfasern bestehend, welche im scheinbaren Querschnitte als feine Punkte erscheinen, die aussen auf der der Längsfaserschicht entsprechenden Linie liegen. Das Ligamentum intercapsulare ist vorhanden, aber seltener bei dem Menschen als bei den Thieren. Der Stiel besteht aus longitudinalem Bindegewebe, welches sich im Stielfortsatz als homogene Bindegewebsröhre mit zahlreichen Kernen fortsetzt; diese Röhren sind theils Verlängerungen der Kapseln, theils aber werden die letzteren vom Stielfortsatz durchbohrt. »Der Innenkolben» (die Höhle der Centralkapsel HENLE—KÖLLIKER, Centralstrang, Centralaxe) ist ein cylindrischer Strang von fein granulirter homogener Beschaffenheit, durch dessen Axe die Terminalfaser verläuft. Diese Faser zeigt zuweilen eine Längsstreifung. KRAUSE betrachtet die Terminalfaser als eine Röhre, welche mit einem homogenen, Fett und Eiweiss enthaltenden, halbflüssigen Inhalt gefüllt sei. Die Faser endigt mit einer knopfförmigen, rundlichen Anschwellung. Bei den Vögeln bestehen nach KRAUSE die Pacinischen Körper aus einer äusseren, am centralen Ende unmittelbar in den Stiel der Nervenfaser übergehenden Längsfaserschicht von mehr homogenen, unvollständig geschichteten Bindegewebslagen mit längsgestellten Kernen ohne isolirte, durch Flüssigkeit von einander geschiedene Lamellen oder Bindegewebskapseln; ferner aus einer nach innen davon liegenden Querfaserschicht, welche aus eigenthümlichen, hellen, unverästelten Fasern besteht, welche um den Innenkolben herumgewickelt sind. Dieser ist öfters stark abgeplattet, von einer Bindegewebsschicht umhüllt und besonders an seinen schmalen Seiten mit dichtstehenden, queren Kernen versehen. Die Substanz des Innenkolbens ist matt glänzend, homogen oder fein granulirt; in seiner Axe verläuft die einfache, mit einer knopfförmigen Anschwellung im Kopftheil des Innenkolbens endigende Terminalfaser, welche abgeplattet, von hellerem Glanz als die der Säuger ist und eine feine Röhre zu sein scheint, deren Wandung durch die Grenze des Innenkolbens selbst gebildet wird, gefüllt mit einem homogenen Inhalt, wie die Terminalfaser bei den Säugern.

JACUBOWITSCH [3]) studirte die Pacinischen Körper des Katzenmesenterium und fand dabei, dass sie aus zwei Kapseln bestehen, einer äusseren und einer inneren. Der Nerv theilt sich gewöhnlich vor seinem Eintritt ins Körperchen in mehrere Zweige, welche ihr Mark und Neurilem bis an das Körperchen, und selbst bis er durch die äussere Kapsel an die innere durchgetreten ist, behalten. Der Axencylinder, welcher hier ganz nackt ist, läuft bis an das peripherische Ende fort, wo er in einer sehr deutlichen Nervenzelle und zwar in ihrem Kernkörperchen (nucléole) endigt. An einem isolirten Nervenende sah er diese Endigungsweise auf das Deutlichste. In vielen Fällen hat er indessen den Nerven auch in mehreren solchen Zellen endigend gefunden.

ENGELMANN [4]) suchte darauf noch andere Ansichten aufzustellen. Er betrachtete den ganzen Innenkolben der Säugethiere und Vögel als die Fortsetzung der Markschicht der Nervenfaser, welche Markschicht nach aussen von einer kernhaltigen Membran, der unmittelbaren Fortsetzung der Schwannschen Scheide (d. Neurilemms ENGELMANN), umschlossen ist und in ihrem Inneren den gleichfalls etwas verbreiterten und häufig mit knopfartiger Anschwellung

[1]) Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin 1858.
[2]) Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860.
[3]) Comptes rendus hebdom. des Séances de l'Académie des Sciences. T. 50. 1860.
[4]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 13. 1863.

endenden Axencylinder, die sog. Terminalfaser, enthält. Bei Zusatz von Natron entstehen im Innenkolben Gerinnungserscheinungen und Strömungen, die ganz analog sind denen, welche im Nervenmark auftreten; dies spricht mit grosser Entschiedenheit für die Marknatur des Kolbens. Uebrigens lässt sich die Terminalfaser nicht vom Innenkolben isoliren; im Innenkolben (der Vögel) treten nie Kerne hervor. »Durch alle diese Thatsachen wird es ganz ausser allen Zweifel gestellt, dass die Substanz des Innenkolbens Nervenmark ist und nicht Bindegewebe, wie Kölliker, Krause u. A. wollen oder eine Endanschwellung des Axencylinders, wie Leydig annahm».

Hoyer [1]) fand bei Behandlung der Pacinischen Körper der Katze mit Höllensteinlösung, dass an allen, auch den innersten Kapseln ein Netz von schwarzen Linien entstand, welches grosse, polygonale Maschen bildete. Er schloss daraus, dass die Kapseln aus polygonalen, epithelartigen Zellen bestehen. Auf jeder Kapsel findet sich nur eine einzige und zwar einschichtige Lage solcher epithelartiger Gebilde, zu denen in der That die Kerne der Kapseln gehören. Die Zellen liegen auf der inneren Fläche der Kapseln. Es gelang ihm aber nicht die Zellen in der Richtung der schwarzen Linien zu zerlegen. Im Innenkolben konnte er das Netzwerk nicht mit Bestimmtheit wahrnehmen, doch zweifelt er nicht, dass es gelingen werde auch an diesem die gleiche Textur nachzuweisen. An den Pacinischen Körperchen der Vögel konnte er keine Zellenzeichnung durch die Silberlösung erhalten. Uebrigens sieht er die Kapseln als die directe Fortsetzung des bindegewebigen Neurilemmas an; sie lassen sich ganz vom Nerven abstreifen. Bei der Katze fände man Zwischenlamellen zwischen den Kapseln, als ob eine Kapsel sich in zwei Lamellen zerspalten hätte; häufig sind dünne Fasern quer zwischen zwei Lamellen ausgespannt. Der Innenkolben besteht wahrscheinlich aus Schichten, die sich nur darin von den äusseren Kapsellagen unterscheiden, dass sie dünner sind, dichter auf einander liegen, mit feinkörniger Masse bedeckt sind (die wahrscheinlich in den sie überziehenden flachen Zellen enthalten ist) und dass keine Flüssigkeit sich dazwischen befindet. Möglicherweise sind die Lagen auch nicht so regelmässig wie die äusseren. Die markhaltige Nervenfaser geht, am Innenkolben angelangt, conisch sich verschmälernd in die marklose Terminalfaser über. Zu beiden Seiten des fein granulirten und zuweilen zart gestreiften Inhaltes (Axencylinders) der letzteren sieht man die doppelten Contouren einer homogenen Scheide. Am Ende der Terminalfaser fand er stets eine einfache knopfförmige Anschwellung; einmal sah er inmitten derselben ein scharf markirtes, rundliches Gebilde, wie eine kleine Höhlung innerhalb des Knöpfchens.

Ciaccio [2]) gab vorläufige Mittheilungen über die Structur der Pacinischen Körperchen der Katze. An der inneren Fläche jeder Kapsel sah er fadenartige Striemen zur nächsten Kapsel übergehen, die er für Scheidewände hält, durch welche die grösseren Kapselräume in kleinere getheilt sind. Die Kerne der Kapseln liegen an deren innerer Seite; sie sind im frischen Zustand von unregelmässiger Form, mit verschiedenen Ausläufern versehen, durch die die einzelnen Kerne unter einander verbunden sind; man muss daher diese Kerne für Bindegewebskörperchen halten. Das Ligamentum intercapsulare ist eine Art Canal, der ein ganz dünnes Capillargefäss enthält, welches zwischen den die Centralkapsel umgebenden Innenschichten verläuft. Der Innenkolben ist nicht Nervenmark, sondern besteht lediglich aus einer Erweiterung jener besonderen Scheide, in welcher die Nervenfaser eingeschlossen ruht, die in das Pacinische Körperchen hineinläuft. Wenn zwei Nervenfasern in das Körperchen eingehen, schlingt sich beim Eintritt in den Innenkolben die eine länglich spindelförmig um die andere. Die Nervenfaser verliert oft unmittelbar beim Eintritt in den Innenkolben, oft kurz darauf, mit einem Mal ihre Doppelrändigkeit, wird blass, abgeflacht und meist schmäler. Der Axencylinder besteht aus einer Vereinigung zarter Fasern und dürfte von einer Schwannschen Scheide aber keinem Nervenmark umgeben sein. An dem Ende des Innenkolbens pflegt er sich constant in mehr oder weniger Zweige zu theilen, von denen jeder mit einer Nervenzelle endigt. Diese sind birnförmig, bestehen aus einer zarten Hülle, einer feinen, granulirten Substanz, in der der Axencylinder verläuft, und aus einem Kern mit einem Kernkörperchen in der Mitte.

Palladino [3]) behauptete, dass die Pacinischen Körperchen in der Hand und im Fusse des Menschen von denen des Katzenmesenterium dem Bau und der Function nach sehr verschieden seien. Die des Menschen sind nämlich von einem reichlichen Nerven- und Gefässnetz durchzogen; die Nerven dringen durch die beiden Pole des Körperchens und an irgend einem Punkt der Peripherie ein; sie treten indessen gewöhnlich, zu einem besonderen Fascikel vereinigt, durch den Stiel ein. Die Fasern des Nervennetzes endigen vielleicht in den Interkapsularräumen mit besonderen Nervenzellen. Bei der Katze findet sich dagegen kein solches Nervennetz und von Gefässen giebt

[1]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1864.
[2]) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1864. N:o 26.
[3]) Rendiconto della R. Academia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli. 1866.

es nur einige kleine Schlingen im Stiel. Auf den Gegensatz der electrischen Ströme in der centralen Nervenfaser und dem peripherischen Nervennetz stützt Palladino die Ansicht, dass die Pacinischen Körperchen des Menschen Inductionsapparate oder electrische Multiplicatoren sind, welche den Tastfunctionen dienen.

Rauber [1]) untersuchte auf eingehende Weise die Verbreitung der Pacinischen Körperchen und gab viele neue Stellen ihres Vorkommens beim Menschen, der Katze und dem Huhn an. Ueber den Bau derselben äussert er, dass er im Innenkolben (beim Menschen, der Katze, dem Kaninchen, dem Huhn und der Taube) sowohl Kerne als Längsstreifen sehr deutlich wahrgenommen habe. Der Innenkolben sei nicht das verbreiterte Ende der Nervenfaser; er stützt dies besonders auf die Befunde nach Durchschneidung des betreffenden Nervenstammes; die Nervenfaser zeigt dann die bekannte Degeneration bis zum Endkolben; in dem Innenkolben macht sich ein feinkörniger Niederschlag bemerkbar. Die zum Körperchen tretende Nervenfaser zeigt in Betreff ihres Doppeltcontourirtseins ein wechselndes Verhalten. Gewöhnlich verliert sie die doppelten Contouren unmittelbar am Innenkolben, in anderen Fällen eine Strecke vorher, in noch anderen erst innerhalb des Innenkolbens, oder sie nimmt dieselben nach einmaligem Verlust wieder an.

Beale [2]) gab dann eine Darstellung vom Bau der Pacinischen Körper, welche in einem Punkte (betreffs des nach der Peripherie des Körperchens auslaufenden Nervennetzes) sich Palladinos nähert. Sie lautet folgendermassen: Der feine Faden in der Axe des Pacinischen Körperchens theilt sich an seinem scheinbaren Ende in drei oder vier Zweige, welche sich wieder zwischen den bindegewebigen Lamellen (Kapseln) als äusserst feine, granulirte Fasern nach unten verlängern; diese Fasern scheinen mit den zahlreichen Kernen zusammenzuhängen. Einige Mal konnte er feine Fasern wahrnehmen, welche von den Kernen und Scheiden des Körperchens nach unten in die Scheide des dunkelcontourirten Nerven zu gehen schienen. Demnach muss das Pacinische Körperchen aus einer einzigen, dunkelcontourirten Faser bestehen, deren blasse, granulirte Verlängerung an ihrem Ende sich in Zweige theilt, welche sich noch weiter theilen und ein Netzwerk um das Ende des dunkelcontourirten Nerven bilden. Von diesem Netzwerk aus kann man Fasern verfolgen, welche in die Nervenscheide sich wieder zurückwenden.

Nach Bruch [3]) sieht man an den Pacinischen Körperchen aus dem Mesenterium der Katze öfters von dem centralen Aufführungsgange aus einen oder mehrere blasse Fäden mit aufsitzenden Kernen ausgehen, wie sie an peripherischen (sensibelen) Nervenfasern mehrfach vorkommen, und sich im umgebenden Bindegewebe verlieren. Diese Fasern sind feiner als die in dem Centralcanal des Pacinischen Körperchens enthaltenen Nervenfasern, auch da wo ihre Markscheide aufgehört hat. Es scheint danach, dass die Enden der Nervenfasern nicht immer in dem Körperchen enthalten sind, sondern dass nur die Markscheide derselben constant darin endigt.

Leydig [4]) fand nach erneuerten Untersuchungen keinen Grund von seiner früheren Auffassung abzugehen. In den Körperchen des Schnabels der Schnepfe beschreibt er aber eine Bildung, die er als sehr eigenthümlich ansieht. Am Innenkolben sah er nämlich zwei Längsreihen von dunklen, viereckigen Theilchen, die nicht gewöhnliche Kerne sind. Auf dem Querschnitt des Innenkolbens bemerkt man zwei sich gegenüberstehende, dem Rande angehörige Flecken; indem von jedem ein zarter Strich fast wie ein Schatten sich ins Innere des Kolbens zieht, bekommt dieser dadurch gewissermassen eine Theilungslinie. Was diese Gebilde, welche er »die zwei quergerippten Streifen» nennt, sind, konnte er nicht bestimmt angeben; er stellt aber die Vermuthung auf, dass die Längsrippen, welche an den Nervenstäben des Auges der Arthropoden zum Theil sehr stark hervortreten und sich regelmässig durch Querfurchen eingekerbt zeigen, das Entsprechende der quergerippten Streifen sind. Der »Achsencanal» des nervösen Innenkolbens erstreckt sich dem Anscheine nach nicht ganz so weit wie die quergerippten Streifen. Die äussere Schicht der Körperchen, die Kapsel, geht nach ihrem ganzen Umfang unmittelbar in das Bindegewebe der Lederhaut über. Das quergehende Fasersystem der Körperchen ist in äusserst geringer Menge, zunächst um den Innenkolben, vorhanden; zwischen ihm und der Kapsel findet sich ein im Leben wahrscheinlich mit Flüssigkeit erfüllter, ziemlicher Raum.

---

[1]) Vater'sche Körper der Bänder- und Periostnerven. Neustadt a. H. 1865. — Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der Vater'schen Körper. München 1867.

[2]) The Medical Times and Gazette 1867. Vol. I.

[3]) Untersuchungen über die Entwickelung der Gewebe bei den warmblütigen Thieren. (Abdr. a. d. Abhandl. d. Senckenb. Gesellsch. Bd IV u. VI. 1868).

[4]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd IV. 1868.

Nach MICHELSON [1]) besteht bei der Katze der Innenkolben aus einer kernlosen, protoplasmaartigen Substanz. Die Terminalfaser ist ein nackter, hüllenloser und nicht doppeltcontourirter Axencylinder, also kein Canal; in ihr ist zuweilen ein centraler Streif zu sehen, jedoch mit ihm parallel meist noch 3—4 andere, welche als der Ausdruck von Fibrillen aufzufassen sind. Die Terminalfaser endigt nicht in Ganglienzellen, sondern nur mit einer birnförmigen Endanschwellung. Die Intercapsularflüssigkeit reagirt alkalisch und gerinnt durch Säuren. Durch Silberlösung zeigt sich, dass die Kapseln durch deren ganze Dicke aus epithelartig angeordneten Zellen bestehen, zu welchen die Kapselkerne gehören; die Zellen liegen also nicht bloss an der Innenfläche der Kapseln. Die Kerne liegen dagegen meist an der inneren Seite der Zellen; um jene findet sich, oft strahlenförmig angeordnet, eine körnig trübe Masse, die wohl als Rest des Zellenprotoplasma zu betrachten ist. Keine Fibrillen sind in oder zwischen den Kapseln vorhanden. Die früher beschriebenen Längsfibrillen waren Faltungen der Kapselmembran. Die Querfibrillen, von welchen man eine Andeutung als eine ungemein zarte Querstreifung sieht, sind als der optische Ausdruck einer durch irgend welche Umstände erfolgten, örtlichen Verdichtung der Interkapsularflüssigkeit zu betrachten; diese Verdichtungen aber sind nichts Anderes als die schon erwähnten Anhäufungen von Protoplasma, die von den Kernen der Kapseln ausstrahlend, oft deutlich erkennbar in die fragliche Querstreifung übergehen. Bei den Vögeln hat die Terminalfaser dieselbe feine Streifung wie bei der Katze; der Innenkolben besteht aus einer fein granulirten, kernlosen, mattglänzenden Substanz. An den äusseren Kapseln konnte eine Silberzeichnung nicht dargestellt werden.

GRANDRY [2]), welcher bei MAX SCHULTZE arbeitete, sah an den Körperchen der Katze nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure (und ebenso mit Jodserum) das obere Ende der Terminalfaser sich in eine grosse Anzahl von Fibrillen theilen, welche in eine rundliche, granulirte Masse endeten; die Fibrillen hörten gleichzeitig und etwa in der Mitte des Höhendurchmessers der Masse auf, und es war nicht möglich dieselben weiter zu verfolgen. Bei der Ente und bei der Gans sah er den Innenkolben sich in Goldchlorid und auch in Ueberosmiumsäure dunkel färben. Im Innenkolben findet man rundliche oder viereckige Körper an den Seiten des Centralfadens in zwei Reihen angeordnet und durch eine fein granulirte Substanz von einander und von der Hülle des Innenkolbens geschieden. Diese Körperchen zeigen in ihrem Innern einen dunkleren Punkt, welcher nach Belieben als Kern oder Kernkörperchen angesehen werden kann, je nachdem man die Körper selbst als Zellen oder Kerne deuten will. Das Ende der Terminalfaser ist auch bei den genannten Vögeln sehr voluminös und granulirt.

GOUJON [3]) sah in Körpern des Schnabels des Papageis die Terminalfaser sich in verschiedener Weise verhalten. Gewöhnlich ging sie, an zwei Seiten von Kernen, welche Nervenzellen ganz ähnlich waren, umgeben, in ein plattes, erweitertes Ende über; bisweilen verläuft sie in grossen Spiraltouren nahe unter der äusseren Kapsel und endigt mit einem leicht verbreiterten Ende; bisweilen erweiterte sie sich sehr schon am Eingang ins Körperchen, schien dabei ganz platt zu werden und endigte abgerundet; auch in diesem letzten Falle waren Kerne an ihrer Seite zu sehen.

IHLDER [4]) sagt von den Pacinischen Körperchen der Vögel (die er »Herbstsche Körperchen» nennt), dass die Hülle des Innenkolbens in Verbindung mit dem kernhaltigen Neurilem der Nervenfaser steht, welches mitsammt ihrer Scheide die Längs- und Querfaserschicht durchbohrt, um den Innenkolben zu erreichen. Auf der Innenfläche dieser Hülle liegen eigenthümliche, viereckige Kerne, in regelmässigen Abständen und in zwei sich diametral gegenüberliegenden Reihen bis nahe an das centrale und das peripherische Ende des Innenkolbens hinreichend. Die Terminalfaser verläuft gestreckt in der Axe des Innenkolbens; sie ist eine feine, stark abgeplattete, aber hohle, nicht solide Nervenfaser, welche mit einem umfangreichen, körnigen Ende versehen ist. Dies Ende ist eine Ganglienzelle, in deren Innerem man den Kern, des granulirten Inhaltes wegen, nicht deutlich wahrnehmen kann. Die Zungenpapillen der Vögel besitzen eine besondere Art von Nervenendapparaten, die er Tastkolben nennt, weil sie zwischen Endkolben der Säugethiere und Tastkörperchen ungefähr in der Mitte stehen. Sie sind »im Wesentlichen als hüllenlose Herbstsche Körperchen aufzufassen», bestehen aus einer einfachen Bindegewebshülle, auf deren Innenwand quergestellte Kerne aufgelagert sind, und einem mattglänzenden, feingranulirten, homogenen Innenkolben, in dessen Axe eine blasse Terminalfaser verläuft, welche mit einer starken Anschwellung, einer Ganglienzelle, endigt.

---

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd V. 1869.

[2]) Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques. 6:ème année. 1869.

[3]) Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques. 6:ème année. 1869.

[4]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1870.

Ciaccio gab dann [1]) eine ausführliche Darstellung seiner Untersuchungen. Nach ihm bestehen die Kapseln aus einem Flechtwerk von theils längs- theils quergehenden Fasern, welche nicht in eine äussere und eine innere Schicht getheilt werden können. Auf ihnen sitzen Kerne, die von einer Körnchenzone umgeben sind und Bindegewebskörperchen entsprechen. Die Hoyersche Silberzeichnung giebt nicht Zellengrenzen wieder, sondern hat andere unbekannte Ursachen. Zwischen den Kapseln spannt sich eine Menge von Brücken mit dreieckiger Basis, welche die intercapsulären Räume in zahlreiche kleinere Räume abtheilen. Das Intercapsularligament wird selten vermisst; es erscheint entweder in Gestalt eines schmalen, ein oder zwei kleine Blutgefässe enthaltenden Canales (so öfter beim Menschen), oder auch als eine Art membranöser Brücken in Verbindung mit verzweigten, von einer Kapsel zur anderen überspringenden Bindegewebskörperchen (so öfters bei der Katze). Der Stiel oder Funikel ist mit einem alle Kapseln durchbohrenden Canale versehen und endigt da, wo der Innenkolben beginnt. Dieser Canal hat seine eigene Wand, an deren äusserer Seite die Kapseln befestigt sind; er ist von der geringen Menge von Bindegewebe erfüllt, welche die Nervenfaser constant beim Eintritt ins Körperchen begleitet. Daraus geht hervor, dass zwischen den scheinbaren Lamellen des Funikels und den Kapseln des Körperchens kein näheres Verhältniss obwaltet. Der Innenkolben erscheint im frischen Zustande homogen, mit hie und da unterbrochenen Längsstreifen. Er besteht nach Ciaccio aus einer membranösen, kernführenden Hülle und einer durchsichtigen, homogenen Bindesubstanz. Von der Innenseite der Hülle gehen zahlreiche feine membranöse Fasern aus, welche den Innenkolben in eine Menge von kleinen Räumen abtheilen, die die homogene Bindesubstanz enthalten. Er leitet den Innenkolben von dem die Nervenfaser umgebenden Bindegewebe ab. Die Nervenfaser ist bei ihrem Ursprung von dem Nervenstamme mit einem Neurilem versehen, dessen äusserer Theil längsgestreift erscheint, während der innere in eine Art homogenen Bindegewebes sich umwandelt und die Scheide der Nervenfaser bildet. Der Funikel besteht also aus Bindegewebe mit längsgehenden Fibrillen und einer zugleich mit einem Arterienzweige von der Scheide umschlossenen Nervenfaser. Letzterer mangeln Kerne an der Innenseite ihrer Schwannschen Scheide, sonst ist sie aber wie gewöhnliche Spinalnerven gebaut. Nach Aufhören der Markscheide ist die blasse Faser bald homogen, bald granulirt, bald längsgestreift in ihrem ganzen Verlaufe; ob die Längsstreifung von Falten der kernlosen Schwannschen Scheide oder von wirklichen Fasern in der Nervenfaser herrühre, konnte Ciaccio nicht sicher entscheiden, hält aber letzteres für wahrscheinlicher. Die Faser theilt sich in der Regel und zwar in wechselnder Weise, nämlich entweder (und gewöhnlich) am Gipfel in eine verschiedene Anzahl von Zweigen, oder gleich nach ihrem Eintritt in den Innenkolben zum ersten Mal und dann oft noch zum zweiten Mal in der Mitte seiner Länge oder später; oder sie theilt sich auch (was einige Mal beim Menschen gesehen) gleich nach dem Eintritt in zwei Zweige, die sich dann wieder vereinigen, um sich dann am Gipfel schliesslich in drei bis vier Aeste zu verzweigen; oder es gehen endlich seitlich zwei bis vier kleine Zweige ab, welche sich theilen und um die Hauptfaser verflechten (zwei Mal bei der Katze gefunden). Die Nervenfasern endigen nach Ciaccio immer und ganz gewiss mit einer Nervenzelle von wechselnder, gewöhnlich aber geringer Grösse. Diese ist birnenförmig und ähnelt den meisten Zellen des Kleinhirns. Jede solche Endzelle hat eine dünne und feine, von der Schwannschen Scheide sich fortsetzende Membran, einen äusserst feinkörnigen Inhalt und einen kleinen mit Kernkörperchen versehenen Kern; zu diesem letzteren sah Ciaccio bisweilen einige der feinen Fasern des Axencylinders treten, um dort zu endigen.

Unsere [2]) Untersuchungen über die Pacinischen Körperchen betrafen vorzugsweise diese Organe beim Menschen, sowohl die der Hand als die des Fusses — meist in ganz frischem Zustande. Ferner studirten wir diese Körper bei der Katze, dem Kaninchen, dem Meerschweinchen und einigen Vogelarten. Bei schwächerer Vergrösserung betrachtet, erscheint die Anordnung der sogenannten Kapseln als die concentrischer Linien; die äussersten Linien stehen ganz dicht, nach Innen davon findet sich eine breite Zone mehr von einander getrennter Linien; in der Nähe der Axe des Pacinischen Körpers sind die Linien sehr dicht stehend; die Axe selbst wird von einem helleren Strang, dem Innenkolben, gebildet. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man immer in der zwischen den Kapsellinien befindlichen, albuminhaltigen Flüssigkeit, ausser den hie und da und in sehr verschiedener Anzahl vorkommenden Wanderzellen, kleine Punkte, welche sich als optische Querschnitte feiner Fibrillen zeigen. Diese Punkte sind verschieden angeordnet; oft stehen sie an der äusseren Seite der Kapsellinien gesammelt, nicht selten auch an der inneren; bisweilen geht eine solche Sammlung von Punkten von der äusseren Seite einer Kapsellinie zur inneren der nächst

[1]) Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Ser. II. Tom. XXV.

[2]) Axel Key und Gustaf Retzius. Studier i nervsystemets anatomi. Nordiskt Medicinskt Arkiv. Bd. IV. N:r 21 und 25. Aug. 1872. — Deutsch übersetzt im Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IX. 1873.

nach aussen davon liegenden Linie über; zuweilen stehen sie aber längs der Mittellinie der zwischen den Linien befindlichen Räume angesammelt; oft sind sie jedoch auch ohne bestimmte Anordnung zwischen ihnen zerstreut. In den Kapsellinien finden sich zahlreiche ovale Kerne. Die Linien erscheinen oft wie einfach; nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure sieht man sie indessen sich der Länge nach in zwei spalten. In den Spaltenräumen stehen keine Querschnitte von Fibrillen; dagegen finden sich die eben genannten Kerne im Innern dieser Spaltenräume, an den durch die Spaltung entstandenen, begrenzenden, äusseren und inneren Wandhäutchen liegend, und gewöhnlich nur mittelst einer äusserst dünnen, leicht abtrennbaren Häutchenausbreitung, welche im optischen Querschnitt als eine von den beiden Enden der Kerne ausgehende, feine Linie erscheint, mit einer dieser Wandhäutchen vereinigt. Dieses, den Kernen angehörende, dünne Zellenhäutchen bekleidet nämlich die Wände der Spaltenräume. Diesen Structurverhältnissen zufolge darf man nicht, wie bisher geschehen ist, die oben erwähnten Kapsellinien als Kapseln betrachten; eine Kapsel ist nach unserer Auffassung der die albuminhaltige Flüssigkeit und die freien Fibrillen enthaltende Raum mit seinen beiderseits begrenzenden, von Zellenhäutchen bekleideten Wänden, welche, wenn ihrer je zwei der angrenzenden Kapseln dicht beisammen liegen, im optischen Querschnitt als einfache Linien erscheinen können. Den die Flüssigkeit und die Fibrillen enthaltenden Raum selbst kann man einen Kapselraum oder Intrakapsularraum (den Interkapsularraum anderer Histologen) nennen, wogegen die Räume zwischen den Kapseln Spaltenräume genannt werden mögen. Zwischen den Zellenhäutchen sieht man hie und da kleine, celluläre Querbrücken sich über die Intrakapsularräume von der einen Linie zur anderen spannen. Sie bilden indessen nicht weiter laufende, quere Scheidewände und sind bei Weitem nicht in der grossen Anzahl vorhanden, wie es Ciaccio beschrieben hat. Wenn man die Begrenzungshäutchen der Kapseln lospräparirt und ausbreitet, findet man, dass es sehr dünne Zellenhäutchen sind, welche quergehende feine Fasern enthalten; oft sieht man in ihnen auch steifere, verzweigte Fasern, welche den Charakter elastischer Elemente haben. Um die Kerne herum findet sich gewöhnlich eine körnige, protoplasmatische Zone, welche oft in zackige Ausläufer ausschiesst. Zwischen diesen Protoplasma-Ansammlungen ist das Häutchen etwas körnig. Die Fibrillen der Intrakapsularräume bilden nicht immer eine zusammenhängende Lage, sondern lassen oft, besonders gegen den Gipfel der Pacinischen Körper hin, zwischen sich rundliche oder ovale Lücken, über welche gewöhnlich die Zellenhäutchen selbst sich fortsetzen, indem sie von den beiden Flächen sich dicht neben einander legen, um gleichsam zu einem Häutchen zusammenzuschmelzen. Dies ist sehr schön am optischen Querschnitt zu sehen. An versilberten Pacinischen Körpern sieht man die Zellenhäutchen aus schönen polygonalen Endothelzellenzeichnungen gebildet, deren Zellen den der Perineurallamellen ganz ähnlich, im Allgemeinen aber etwas grösser sind; zwischen zwei solchen Zellenzeichnungen findet man auch an Silberbildern die intrakapsulären Fibrillen. Sowohl in den Zellenhäutchen der äusseren, als in denen der inneren Kapseln gehen mit einander anastomosirende Blutgefässe mit ziemlich sparsamen Schlingen; diese Gefässe sind wenigstens von einer adventitiellen Häutchenzellenbekleidung umgeben, welche sich an das Kapselhäutchen anschliesst und zeigen sich am Querschnitt in die Kapselräume eingebogen. Die Kapseln endigen nicht plötzlich am Stiel, sondern setzen sich längs desselben fort, indem sie in die Perineurallamellen übergehen. Sie werden dabei indessen in der Art verändert, dass ihre Intrakapsularräume gewöhnlich schnell sich verschmälern und verschwinden, indem die ausspannende Flüssigkeit aufhört und die beiden begrenzenden Flächenzellenhäutchen sich mehr oder weniger dicht neben einander legen, nur zwischen sich quergehende, mehr oder weniger sparsame Fibrillen behaltend, welche hie und da bündelweise angeordnet sind, so dass die Flächenhäutchen an diesen Stellen mehr getrennt werden. Dieses Aufhören der Intrakapsularräume geschieht oft in einer bestimmten Linie, welche einen centralwärts offenen Conus (= Prolungamento conico des Stieles, Pacini) bildet. Die Spaltenräume aber gehen in die Perineuralräume über. Einige der Häutchen legen sich indessen bisweilen am Stiel an einander und schmelzen zusammen, so dass ihre Anzahl hierdurch schon am Anfang des Stieles etwas vermindert wird. Es sind also die Perineuralhäutchen des Stieles, welche im Pacinischen Körper unter modificirter Form die Kapseln bilden. Im Stiele, welcher die directe Fortsetzung eines von einem Nervenstamm kommenden Endzweiges bildet, liegt, von den Perineuralhäutchen umgeben und oft von ihnen durch einen bemerkbaren Zwischenraum getrennt, die Nervenfaser selbst; sie ist meistentheils nur einfach, bisweilen aber doppelt und von gewöhnlichem Bau, indem sie aus Schwannscher Scheide mit den von Protoplasma umgebenen Kernen, Myelinscheide und Axencylinder besteht, woneben sie von einer stark entwickelten Fibrillenscheide umgeben ist. Diese letztere, welche die Faser vom Nervenstamm an begleitet, hat gewöhnlich ein ziemlich stark glänzendes Aussehen, besteht aus etwas wellenförmigen, dicht zusammen liegenden Fibrillen, die von aussen von einem Zellenhäutchen bekleidet, in welchem Kerne mit protoplasmatischer Umgebung vorhanden sind. In dieser Weise von ihrer Fibrillenscheide umschlossen, geht die Nerven-

faser durch den Stiel zum Innenkolben. Der Innenkolben ist eine directe Fortsetzung der Fibrillenscheide selbst; am Uebergang zu demselben verliert die Scheide ihren Glanz und ihre Fibrillirung, wird, so zu sagen, mehr protoplasmatisch und erweitert sich ziemlich schnell. Dann behält der Innenkolben seine Breite und seine cylindrische Form bis gegen den Gipfel. Er zeigt hie und da eine Längsstreifung mit längsgehenden kleinen Spalten, wie auch eine concentrische Anordnung, aber keine weitere Fibrillirung, sondern ist schwach körnig. Nach aussen ist er von einem kernführenden Zellenhäutchen rings umgeben, welches oft ziemlich scharf im Verhältniss zu den nächsten dünnen Kapselhäutchen hervortritt. Nach dem Gipfel zu, über die Nervenendigungen hinaus, geht in der Regel eine Fortsetzung des Innenkolbens und diese Fortsetzung wird wieder ausgeprägt fibrillär und von einem mehr glänzenden Aussehen; von ihren Zellenhäutchen und den ausserhalb liegenden Kapseln umgeben, geht sie auf diese Weise eine Strecke fort, wonach sie als ein ligamentöser Strang (das von Pacini gesehene, von Vielen aber bestrittene Ligamentum intercapsulare) mehrere der Kapseln am Gipfel durchbohrt und, ehe sie dort die Oberfläche des Pacinischen Körpers erreicht, aufhört. Bisweilen ist indessen kein eigentliches Ligamentum intercapsulare vorhanden, sondern die Innenkolbenverlängerung hört am Ende ihrer Zellenscheide auf, ohne die Kapseln zu durchbohren. Nicht nur durch das Ligament sind die Kapseln am Gipfel mit einander vereinigt, sondern auch, und dies ist öfter der Fall, durch Fasern und celluläre Ausbreitungen. Zuweilen senkt sich eine Blutgefässschlinge am Gipfel durch die Kapseln herab. Die Nervenfaser verliert gewöhnlich ganz plötzlich ihre Myelinscheide am oder bald nach ihrem Eintritt in den Innenkolben und verläuft dann als sogenannte Terminalfaser. Sie wird bald nach dem Verlust der Myelinscheide schmäler, erweitert sich aber wieder etwas. Dann verläuft sie durch die Mitte des Innenkolbens gegen den Gipfel. Sie zeigt indessen mehrere Verschiedenheiten in ihrem Verhalten. Zuweilen behält sie die Myelinscheide bis zu den Endorganen; zuweilen nimmt sie dieselbe nur während einer Strecke ihres Verlaufes wieder auf. Fast immer sieht man ein scheidenförmig um die Terminalfaser liegendes, beim Menschen gewöhnlich ganz dünnes, etwas glänzendes Häutchen mit unebenen Contouren, welches die Faser bis zu ihren Endorganen begleitet und durch Osmiumsäure etwas dunkel gefärbt wird. Die Terminalfaser selbst zeigt meistentheils eine mehr oder weniger ausgeprägte Fibrillirung; am Querschnitt, auch an dem optischen, ist sie nicht so bandförmig wie man sie gewöhnlich auffasst, sondern im Allgemeinen mehr rundlich oder oval und zeigt dann ein körniges Aussehen, welches ein Ausdruck ihrer fibrillären Zusammensetzung ist. Selten geht sie einfach bis zu ihren Endorganen, sondern sie theilt sich gewöhnlich dichotomisch in grössere Zweige, welche ihren Verlauf dicht bei einander nach dem Gipfel zu fortsetzen, der eine zuweilen spiralförmig um den anderen. Diese Zweige haben dasselbe Aussehen wie die ungetheilte Faser. Oft endigt ein oder ein Paar der Zweige schon am Anfang des Innenkolbens oder etwas weiter in demselben nach vorn, indem sie dort in ihre Endorgane übergehen. Die Zweige, besonders der Endzweig, biegen sich daneben oft um und wenden in derselben Richtung, aus der sie gekommen sind, im Innern des Innenkolbens um, um in den Endorganen zu endigen. Daneben kommt indessen auch äusserst häufig eine Art von feineren Zweigen der Terminalfaser vor. Diese, welche bald in grösserer, bald kleinerer Anzahl vorkommen, treten oft schon am Anfang des Innenkolbens auf, gehen aber auch während des ferneren Verlaufes der Terminalfaser ab; sie bestehen aus einer einzigen oder einem Paar sehr feiner, gleich breiter, glänzender Fibrillen, welche von einer ebenfalls glänzenden, in Osmiumsäure ziemlich dunkel sich färbenden, varikösen Scheide umschlossen sind. Sie gehen in verschiedenen Richtungen durch die Substanz des Innenkolbens, um auch mit Endorganen zu endigen. Wenn zwei oder drei Nervenfasern in einen Pacinischen Körper eindringen, behält zuweilen eine oder zwei von ihnen ihre Myelinscheide weiter hinauf, sie verhalten sich aber sonst derart, wie oben betreffs der einfachen Faser geschildert ist; sie bilden gern, besonders im Stiel, Spiraltouren um einander. Die Endorgane selbst, die Endknospen, bestehen aus einer in frischem Zustand glänzenden, körnigen, in Osmium sich mehr dunkel bräunlich färbenden Substanz, welche in verschiedenen Fällen einen verschiedenen Umfang und verschiedene Form zeigt. Gewöhnlich ist ihr Umfang ziemlich der der Dicke der Nervenzweige; doch ist dies keine absolute Regel; die eben beschriebenen feinsten varikösen Zweige haben doch gewöhnlich sehr kleine Endknospen. Die Form der Endknospen ist bald mehr rundlich knopfförmig, bald oval, bald birnförmig, bald einem Hutpilz, bald einer Typhaähre ähnlich u. s. w. Ihre Fläche ist oft etwas uneben, höckerig. Bald liegen sie gruppenweise dicht beisammen, bald mehr zerstreut. In diese körnige Masse sieht man die Terminalfaser sich einsenken, indem sie sich gewöhnlich deutlich in ihre glänzenden Fibrillen auflöst; diese biegen sich in der körnigen Masse in verschiedenen Richtungen aus einander, und treten hie und da dicht an der Fläche der Endknospe, auch an ihrem peripherischen Ende, mit starkem Glanz auf. In der körnigen Masse, besonders in

den grösseren und mittelgrossen Endknospen, sieht man mehr oder weniger deutlich eine Eintheilung in rundliche, dicht zusammenliegende Partien, eine Art globuläre Anordnung, und es scheint, als ob die einzelnen Fibrillen der Terminalfaser in ihnen endigten. Bilder, die einigermassen den Kernen der Ganglienzellen ähneln, konnten wir nicht wahrnehmen. Für die Auffassung vom Bau der Pacinischen Körper ist es von Wichtigkeit die Verhältnisse bei anderen Säugethieren und bei Vögeln zu vergleichen; wir wollten aber bei dieser Gelegenheit nur hervorheben, dass obwohl in mancher Hinsicht grosse Uebereinstimmung vorhanden ist, man doch nicht ganz unbedingt die Schilderung der Verhältnisse bei den Thieren auf die des Menschen übertragen darf.

Nach LAWDOWSKY [1]) bestehen die Kapselschichten aus platten, homogenen, in regelmässigen Reihen angeordneten Ranvierschen Zellen, die durch ein System von blassen Fibrillengeflechten von einander abgesondert werden. Die Ranvierschen Röhrenzellen bilden Leitungswege, welche die Flüssigkeit von einer Kapsel zur anderen führen und dieselbe gleichmässig vertheilen. Den Innenkolben hält er für eine directe Fortsetzung des Myelins; er glaubt, dass die chemische Zusammensetzung beider nicht wesentlich verschieden sei, obwohl er die Substanz des Innenkolbens als eine körnige, mit rundlichen kernähnlichen Gebilden erfüllte Masse beschreibt. Der Centralfaden ist ein nackter Axencylinder, nur stellenweise mit Ueberbleibseln von Myelin versehen. Er schildert eine Art Knospenbildung, welche vom Innenkolben ausgeht; letzterer wölbt sich hervor, wächst und stülpt die Kapselschichten heraus, um schliesslich mit denselben sich vollständig abzuschnüren; gewöhnlich erst nach Bildung der Knospe wächst die Nervenfaser in dieselbe hinein.

A. BUDGE [2]) fand bei Untersuchung der Pacinischen Körperchen des Mesocolon der Katze, dass die in den Innenkolben eingeschlossene Nervenfaser einen rundlichen Querschnitt besitzt und in ihrem Inneren eine Anzahl feiner schwarzer Pünktchen zeigt, die er als Durchschnitte von Axenfibrillen anspricht. Um diesen Nerven herum sah er Zellen angehäuft, die sich wesentlich von den im Innenkolben vorkommenden wandständigen und den Bindegewebszellen in Grösse und Form unterscheiden. Zwischen ihnen treten Durchschnitte von feinen marklosen Fasern auf. Die Nervenfaser schwillt an ihrem Ende kolbig an, indem die auseinandertretenden Fibrillen um die erwähnten Zellen herum gehen, sich wieder an einander legen und von Neuem verzweigen. Es entsteht somit ein Netzwerk, welches mehr oder minder vollständig die Zellen in sich aufnimmt.

PRZEWOSKI [3]) untersuchte besonders, sowohl im normalen als im krankhaft ödematösen Zustande, die Pacinischen Körperchen, welche beim Menschen hinter und unterhalb des Pancreas vorkommen. Er kam im Ganzen zu derselben Anschauung in Betreff der Zusammensetzung der Kapseln wie wir. Jede »Lamelle» oder Kapsel im alten Sinne besteht aus einem Raum, einer äusseren und einer inneren Schicht. Die Textur der beiden letzteren erscheint identisch; man erkennt in ihnen eine aus zarten, dicht unter einander verfilzten Fibrillen bestehende, glanzlose Substanz; die innere Schicht ist gewöhnlich dünner. Sowohl die äussere als die innere Schicht gehen in ein dichtes, die interlamellären Räume ausfüllendes Netz über. Die mittleren Theile dieser Netze sind weitmaschig, die peripheren dagegen bedeutend dichter und gehen ohne scharfe Grenze in das Fasergeflecht der Lamellen über. Diese Netze sollen dazu bestimmt sein, einer übermässigen Ausspannung der Räume vorzubeugen. Nach PRZEWOSKI sind nun diese Lamellen nicht einfach, sondern bestehen aus je zwei Schichten dicht zusammengeflochtener Fasern, von denen jede auf der der mittleren Linie entsprechenden Oberfläche mit einer einfachen Lage flacher Zellen bedeckt ist; zwischen letzteren Zellenschichten befindet sich ein Raum, der keine faserige Elemente enthält. Die beiden Faserschichten werden ferner durch das interlamelläre Fasernetz zu einem Ganzen (der eigentlichen Kapsel) vereinigt. In jedem Fasernetz bemerkt man dann eine doppelte Anordnung der Fasern, nämlich quere oder perpendiculäre und längsgerichtete oder parallel zur Oberfläche der Lamellen verlaufende; die queren Fasern sind stets dicker, gerader, fester und mehr glänzend; sie beginnen und endigen in den Lamellen; die der Oberfläche der Lamellen parallelen Fasern sind dagegen dünner. Beim Uebergang der Pacinischen Körper in die Scheide der Nervenfaser, setzen sich die mittleren Zellenschichten der Lamellen unmittelbar fort in die Linie von Zellen, die sich zwischen den Lamellen des Perineurium befinden. Der Innenkolben erscheint an frischen Präparaten als eine feinkörnige, längsgestreifte, durchsichtige, stark glänzende Masse, in der Kerne zu sehen sind. Der Innenkolben verhält sich zur Centralnervenfaser in verschiedener Weise; bald findet sich die Nervenfaser inmitten einer geringen Menge heller,

[1]) Arbeiten der St. Petersburger Gesellschaft der Naturforscher. Bd. III, 1872 (Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie von HOFMANN und SCHWALBE Bd. I, Literatur 1872.)

[2]) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1873. N:o 38.

[3]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 63. 1875.

feinkörniger Flüssigkeit, die von einer zarten Schicht flacher Zellen umringt ist; bald findet sich keine Flüssigkeit, sondern die Zellenschicht liegt der Nervenfaser unmittelbar an. An der Centralfaser nimmt man mitunter eine Längsstreifung wahr; sie theilt sich zuweilen, entweder am Eintritt oder häufiger am Gipfel und endigt in einer feinkörnigen, gewöhnlich kegelförmigen Verdickung.

Schäfer [1]) untersuchte die Pacinischen Körperchen des Mesenterium der Katze. In Betreff des Baues der Kapseln kam er ebenfalls zu der von uns aufgestellten Auffassung; er will aber unsere »Kapseln» lieber nur »Hüllen» (»coats oder tunics») nennen. Der Uebergang letzterer in die Nervenscheiden am Stiel findet in der Weise statt, dass die äusseren Hüllen in die Schichten der Nervenscheide übergehen; die inneren hingegen kommen neu hinzu und beginnen in der Nähe des Stielendes schroff, indem sie an das innerste Ende der Nervenscheide angeheftet sind. Der Innenkolben besteht in vielen, vielleicht in allen Körperchen aus einem äusseren, kernführenden, und einem inneren fast homogenen oder undeutlich längsstreifigen Theil; jener scheint aus protoplasmatischen, Bindegewebskörperchen ähnlichen Zellen zusammengesetzt zu sein. Die Centralfaser zeigt eine Längsstreifung. Ihr Ende ist gewöhnlich verbreitert, von wechselnder Gestalt und Grösse, von körnigem oder mehr homogenem Bau; im ersten Falle sieht man die Fibrillen der Centralfaser in ihrer Substanz sich ausbreiten. Wenn die Endpartie von bedeutender Grösse ist, kann sie einen runden, hellen Kern mit Kernkörperchen enthalten; ein solcher Kern ist aber nicht häufig vorhanden. Eine Scheide um die Centralfaser ist nicht zu sehen.

Arndt [2]) suchte eine neue Deutung der Pacinischen Körperchen zu geben. Sie stehen nach ihm »offenbar in einem Zusammenhang mit dem Gefässsystem. Nicht bloss, dass sie fast ausnahmslos in der Nähe der Gefässe gefunden werden, Gefässe verbreiten sich auch in ihrem Inneren». Die Pacinischen Körperchen, wenigstens die des Mesocolon der Katze, entwickeln sich aus den Gefässen, indem sie sich während der letzten Epoche des Fötallebens aus ihnen abschnüren. Niemals sah übrigens Arndt im Innenkolben die Nervenfaser, die er als einen nackten Axencylinder ansieht, »sich auffasern und durch ihre Fasern mit knopfförmigen Gebilden in Verbindung treten». Der Axencylinder erschien ihm »immer als ein dünnes, breites, glattrandiges Band, das sanft gerundet plötzlich aufhörte, oder, nachdem es dünner und dünner geworden war, sich in die molekulare Masse des Innenkolbens verlor». Was hat, fragt er, nun ein Pacinisches Körperchen zu bedeuten? »Für den Gefühlsinn kaum Etwas. Aller Warscheinlichkeit nach steht es dagegen in Beziehung zu den Gefässnerven und ist eine Umbildung der Enden derselben in der Gefässwand. Allein, wäre das richtig, so käme den Pacinischen Körperchen offenbar ein pathologischer Character zu, und das dürfte in Anbetracht der Regelmässigkeit, mit welcher sie den Gesetzen der Vererbung folgend sich an den einzelnen Orten vorfinden, denn doch etwas Missliches haben». Arndt führt aber eine Reihe anderer Beispiele solcher Vererbungen an, ebenso wie die Thatsache, dass Virchow die Körperchen besonders häufig bei Geisteskranken gefunden haben will.

Der Bau der Pacinischen Körperchen bei Säugethieren.

Historischer Rückblick.

Da die Angaben über den Bau der Körperchen des Menschen, der Katze und des Kaninchens oft nicht mit Sicherheit getrennt werden können, müssen wir sie auch in dem Rückblick zusammen anführen; wo es aber deutlich angegeben ist, werden wir das betreffende Thier erwähnen; über die Körperchen der Vögel geben wir einen besonderen Rückblick.

[1]) Quarterly Journal of microscopical Science. New Series. N:o LVIII, April 1875.

[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd. 65. 1875.

Was zuerst die Kapseln betrifft, so werden sie (beim Menschen) schon von PACINI als viele, dünne, concentrisch geordnete, in einander geschachtelte Lamellen beschrieben; in den interkapsulären Zwischenräumen derselben finde sich eine klare Flüssigkeit. Am Stiele verlängern sich nach ihm die Kapseln als concentrische Röhren eine Strecke auf dem Nerven hin, und am peripherischen Ende sieht man einen hellen, die Kapseln vereinigenden Streifen, das interkapsuläre Ligament, fortlaufen. LACAUCHIE erwähnt als den äusseren Theil der von ihm aufgefundenen Körperchen des Katzenmesenterium, die er zum Lymphsystem rechnete, 15—20 concentrische Schichten. HENLE—KÖLLIKER unterschieden (beim Menschen und der Katze) ein System äusserer, mehr durch Flüssigkeit von einander getrennter, und ein System innerer, näher an einander liegender Kapseln; jede Kapsel, wenigstens des äusseren Systems, bestehe aus einer äusseren Querfaserschicht und einer inneren, Kerne an ihrer Innenfläche tragenden Längsfaserschicht; im Stielfortsatz setzen sich die Kapseln theils fort, theils werden sie von ihm durchbohrt; statt der cylindrischen Hüllen treten aber im Stiel bald longitudinale Bindegewebsbündel auf; ein Ligamentum intercapsulare konnten sie nicht finden; Querscheidewände, Theilungen und Verschmelzungen kommen an den Kapseln vor. REICHERT sah die Kapseln der Körperchen (des Katzenmesenterium) als structurlose, glashelle, gekernte Membranen an. TODD—BOWMAN fanden die äusseren Kapseln oft aus einer inneren, kernführenden und einer äusseren aus Querfasern gebildeten Lamelle bestehend; jeder Kapselraum sei abgeschlossen, aber Querbänder seien hie und da zwischen den Kapseln vorhanden; der Stiel sei ein Rohr, welches alle Kapseln durchbohrt; die Existenz eines Lig. intercapsulare wird von ihnen nicht geleugnet. BIDDER stimmte REICHERTS Ansicht bei. STRAHL beschrieb die Kapseln (bei der Katze) als vollkommen structurloses (nicht faseriges), kernführendes Bindegewebe; am Stielfortsatz grenzen sich alle Kapseln ab und runden sich zu; durch Verschmelzung der Kapselwandungen am peripherischen Ende sei die Annahme vom Ligamentum intercapsulare entstanden. HERBST unterschied bei den Kapseln ein äusseres, ein mittleres und ein inneres System; jede Kapsel bestehe aus einer äusseren Querfaserschicht und einer inneren kernführenden Längsfaserschicht; Quermembranen und Theilungen kommen an den Kapseln vor; die Kapseln setzen sich direct in die röhrenförmigen Lamellen des Neurilems der Nervenfaser fort; das Interkapsularligament sei ein zuweilen offener, zuweilen verwachsener und dann als ein ligamentöser Streifen bestehender Canal. HASSALL sah die Kapseln als aus kernführendem weissem Fasergewebe gebildet an; er hat aber die bemerkenswerthe Angabe, dass man bei genauer Betrachtung der äusseren Kapseln nicht selten an ihnen doppelte, durch einen schmalen Raum getrennte Ränder bemerkt, weshalb es ihm schien, als ob jede Kapsel aus zwei, die Kerne zwischen sich haltenden Membranen bestehe. GERLACH hob hervor, dass die Kapseln am Stiel allmählig in die concentrischen Neurilemscheiden übergehen. HUXLEY konnte (beim Menschen) keine von Flüssigkeit erfüllte Interkapsularräume finden; jede Schicht des Körperchens sei mit der nächstliegenden durch eine granulirte oder fibrilläre Substanz vereinigt; die concentrische Schichtung, die Kapsellinien, ist nur die Folge der Anordnung des elastischen Gewebes. KEFERSTEIN beschrieb die Kapseln als fein granulirte kernführende Bindegewebsmembranen, in welchen in verschiedenen Richtungen feinste Bindegewebsfibrillen verlaufen; in den Interkapsularräumen ziehen durch die Flüssigkeit lange, geschlängelte, quergehende Bindegewebsfäden, welche nie in eigentlich regelmässiger Lage zu den Kapsellinien liegen. VIRCHOW hob hervor, dass die Kapselschichten am Nervenstiel in dessen Perineurium übergehen und deswegen als colossale Entfaltungen des Perineurium zu betrachten sind. Nach KRAUSE besteht jede Kapsel aus einer inneren homogenen kernführenden Membran und einer äusseren Querfaserschicht. Der Stiel sei aus longitudinalem Bindegewebe zusammengesetzt, welches am Stielfortsatz als homogene Röhren fortläuft; diese Röhren seien theils Verlängerungen der Kapseln, theils werden letztere vom Stielfortsatz durchbohrt. Ein Interkapsularligament sei vorhanden, aber seltener beim Menschen als bei Thieren; Querscheidewände, Theilungen und Verschmelzungen kommen an den Kapseln vor. HOYER fand (bei der Katze) durch Versilberung, dass alle Kapseln aus einer Schicht grosser, polygonaler, epithelartiger, auf ihrer Innenfläche liegender Zellen besteht, denen die Kerne angehören; Zwischenlamellen kommen vor, als ob eine Kapsel sich in zwei zerspalten hätte; häufig seien dünne Fasern quer zwischen den Kapseln ausgespannt; die Kapseln stellen directe Fortsetzungen des bindegewebigen Neurilemma dar. CIACCIO beschrieb (bei der Katze) die Interkapsularräume als durch zahlreiche quere Scheidewände in kleinere Räume getheilt; die Kerne, welche an der Innenfläche der Kapseln liegen, hängen durch Ausläufer unter sich zusammen; das Interkapsularligament sei ein Canal, der ein Capillargefäss enthält. Nach MICHELSON liegen (bei der Katze) die Kerne nicht nur an der Innenseite der Kapseln; durch Versilberung erkennt man nämlich, dass letztere durch ihre ganze Dicke aus epithelartig angeordneten Zellen bestehen; die Kerne liegen aber an der Innenseite der Zellen; um die Kerne finde sich ein körniger, strahlenförmig angeordneter Protoplasmarest; keine Fibrillen sind in oder zwischen den Kapseln vorhanden. CIACCIO beschrieb

dann, ausser den zahlreichen Querscheidewänden der Interkapsularräume, die Zusammensetzung der Kapseln; nach ihm bestehen sie aus einem Flechtwerk von theils längs- theils quergehenden Fasern, welche nicht in eine äussere und eine innere Schicht getheilt werden können; auf ihnen sitzen von einer Protoplasmazone umgebene Kerne, welche Bindegewebskörperchen entsprechen; die Hoyersche Silberzeichnung gebe nicht Zellengrenzen wieder. Der Stiel sei mit einem alle Kapseln durchbohrenden Canal versehen, an dessen Wand jene haften; der Canal sei von dem die Nervenfaser umgebenden längsgehenden Bindegewebe erfüllt. Wir fanden, (vorzugsweise beim Menschen), dass die von anderen Histologen beschriebenen Kapseln aus zwei Lamellen bestehen, welche zwischen sich die Kerne enthalten. Wir fassten deshalb die Kapseln in einem anderen Sinne auf, indem wir unter einer solchen den Zwischenraum, unseren Intrakapsularraum (den Interkapsularraum anderer Histologen), nebst den in seiner Flüssigkeit unregelmässig liegenden quergehenden Fibrillen und den ihn jederseits begrenzenden, durch die Spaltung der Kapsellinien entstandenen, feinen elastischen Lamellen verstanden. Diese Lamellen enthalten feine quergehende elastische Fasern und sind aussen, gegen den interlamellären Spaltenraum hin, von Häutchenzellen bekleidet, deren von einer Protoplasmazone umgebene Kerne die erwähnten Kapselkerne und deren Grenzen die durch Versilberung hervorzurufenden polygonalen Felder sind. Nach dem Stiel zu gehen die Kapseln direct in die perineuralen Lamellen des eintretenden Nerven über, indem die Intrakapsularräume ihre Flüssigkeit abgeben und die interkapsularen Spaltenräume zu den Perineuralräumen werden. Ein Ligamentum intercapsulare ist beim Menschen gewöhnlich vorhanden, zuweilen aber durch eine Blutgefässschlinge vertreten. Lawdowsky beschrieb die Kapselschichten als aus regelmässig an einander gereihten Ranvierschen Plattzellen bestehend; die Röhrenzellen bilden Leitungswege, welche die Flüssigkeit von einer Kapsel zur anderen führen können. Przewoski kam (beim Menschen) zu ungefähr derselben Auffassung von der Zusammensetzung der Kapseln wie wir; jede Kapsel bestehe aus zwei, aussen von einer Lage flacher Zellen bekleideten Schichten dicht verflochtener Fasern; zwischen diesen Schichten spannt sich ein reichliches interlamelläres Fasernetz aus, welches die Lamellen zusammenbindet. Am Stiel setzen sich die Zellenhäutchen der Kapseln in die Linie der zwischen den perineuralen Lamellen des Nerven befindlichen Zellen fort. Schäfer kam ebenfalls (bei der Katze) zu derselben Ansicht vom Bau der Kapseln wie wir, er will aber unsere Kapseln lieber »Hüllen» nennen; am Stiel gehen die äusseren Hüllen in die Schichten der Nervenscheide über, die inneren aber beginnen in der Nähe des Stielendes.

Bei Zusammenstellung der Angaben über den sogenannten Innenkolben findet man, dass Pacini (beim Menschen) nur von einer innersten Kapsel spricht und dass Lacauchie (bei der Katze) einen centralen Canal erwähnt, der auf der einen Seite abgerundet endigt, auf der anderen zu einem Lymphgefäss sich begiebt. Kölliker—Henle beschrieben eine innerste oder centrale Kapsel, welche einen Raum, die eine Flüssigkeit und die Nervenfaser enthaltende »Höhle der centralen Kapsel», begrenzt. C. J. Mayer sprach von einem inneren drüsenähnlichen Ausführungsgang der Körperchen. Todd—Bowman nennen eine Centralhöhle, deren Inhalt mehr solid sei als die gewöhnliche Flüssigkeit der Körperchen und die den Nerven stets in ihrer Axe hält. Strahl und Herbst sowie Hassall erwähnen auch eine Centralhöhle. Dann zeigte Kölliker (bei der Katze), dass die Axe des Körperchens nicht eine Höhle sei, sondern in ihren äusseren Theilen aus blassen und zarten, kernhaltigen, bindegewebigen Lagen, die ohne scharfe Grenze an die innersten Kapseln sich anschliessen, und weiter nach innen aus einem fein granulirten, mit zarten Kernen versehenen Gewebe bestehe. Huxley hob ebenfalls hervor, dass (beim Menschen) hier nicht ein Canal sei, sondern eine solide homogene Substanz. Leydig fasste die sogenannte Centralhöhle als einen soliden Strang auf, der das verdickte Nervenende repräsentire. Keferstein sah (bei der Katze) in der sog. Centralhöhle Längsstreifen, welche bis an die Nervenfaser gehen und ein ganz ähnliches Ansehen wie die Kapsellinien haben, aber nicht regelmässig geordneten Kapseln entsprechen, sondern nur einer geschichteten Bindegewebshülle; zwischen diesem Bindegewebe sei eine feinkörnige Substanz und eine Menge von Kernen eingelagert. W. Krause gab der sog. Centralhöhle den Namen »Innenkolben» und beschrieb diesen als einen cylindrischen Strang von fein granulirter homogener Beschaffenheit. Engelmann betrachtete den ganzen Innenkolben als die Fortsetzung der Markschicht der Nervenfaser; er sei aussen von einer kernhaltigen Membran, der Fortsetzung der Schwannschen Scheide, umgeben; bei Zusatz von Natron sah er im Innenkolben Gerinnungserscheinungen entstehen, welche den im Nervenmark auftretenden ganz analog seien. Hoyer fand den Innenkolben annehmlich aus Schichten zusammengesetzt, die sich nur darin von den äusseren Kapsellagen unterscheiden, dass sie dünner sind, dichter liegen, mit feinkörniger (wahrscheinlich von den sie bedeckenden flachen Zellen herrührender) Masse überzogen sind und keine Flüssigkeit zwischen sich enthalten.

Ciaccio trat gegen die Auffassung des Innenkolbens als Nervenmark auf; er bestehe aus einer Erweiterung jener besonderen Scheide, in welche die Nervenfaser eingeschlossen ist (bei der Katze). Michelson sah den Innenkolben aus einer kernlosen, protoplasmaartigen Substanz gebildet (bei der Katze). Ciaccio beschrieb dann den Innenkolben als im frischen Zustande homogen, mit hie und da unterbrochenen Längsstreifen; er bestehe aus einer membranösen kernführenden Hülle und einer durchsichtigen homogenen Bindesubstanz; von der Innenseite der Hülle gehen zahlreiche feine membranöse Fasern aus, welche den Innenkolben in eine Menge von kleinen, die homogene Bindesubstanz enthaltenden Räumen abtheilen; der Innenkolben stamme von dem die Nervenfaser umgebenden Bindegewebe her (Beim Menschen und der Katze). Wir hoben dann hervor, dass der Innenkolben eine directe Fortsetzung der Fibrillenscheide des Nerven ist; am Uebergang verliert diese Scheide ihren Glanz und ihre Fibrillirung, bekommt ein mehr protoplasmatisches Aussehen und erweitert sich schnell; der Innenkolben zeige Längsstreifung mit kleinen Spalten sowie eine concentrische Anordnung; nach aussen sei er von einem kernführenden Zellenhäutchen umgeben; nach dem Gipfel zu gehe er in das fibrilläre Interkapsularligament über (beim Menschen). Lawdowski hielt dagegen den Innenkolben für eine directe Fortsetzung des Myelins; er beschreibt die Substanz jenes als eine körnige, mit rundlichen kernähnlichen Gebilden erfüllte Masse. Nach Przewoski erscheint der Innenkolben frisch als eine feinkörnige, längsgestreifte, durchsichtige, stark glänzende Masse, in der Kerne zu sehen sind (beim Menschen). Nach Schäfer besteht der Innenkolben in vielen, vielleicht in allen Körperchen aus einem äusseren kernführenden, von protoplasmatischen Zellen gebildeten und einem inneren fast homogenen oder undeutlich längsstreifigen Theil (bei der Katze).

Betreffend die Angaben über den Nerven der Körperchen, so sah schon Vater, dass letztere an Nervenzweigen sitzen und nannte sie Papillæ nerveæ. Pacini fand die Körperchen constant durch Zellgewebe mit den Nerven verbunden; das eigentliche Verhältniss zu dem Nervenfaden wurde ihm aber nicht klar. Henle—Kölliker legten zuerst dar, dass durch den Stiel immer eine markhaltige Nervenfaser, von Bindegewebe dicht umgeben, eindringt, beim Uebergang in die sog. Centralhöhle die dunklen Ränder plötzlich abgiebt, schmäler und platt wird; ob hier eine Hülle vorhanden ist, konnten sie nicht sicher entscheiden; die Nervenfaser endigt im Grunde der innersten Kapsel mit einer knopfförmigen, verschieden gestalteten und verschieden grossen, bald mehr homogenen, bald mehr feinkörnigen Anschwellung, die zuweilen die Andeutung eines Bläschens enthalte, aber keine Ganglienzelle sei; die Nervenfaser theilt sich zuweilen in zwei oder gar drei Zweige, welche dann in je einer Anschwellung endigen (Mensch, Katze). Todd—Bowman gaben ungefähr dieselbe Beschreibung über das Verhalten der Nervenfaser; sie hoben hervor, dass keine Kerne in der Endanschwellung vorhanden sind. Pappenheim behauptete gesehen zu haben, dass die Nerven im Inneren des Körperchens mit Schlingen endigten, indem zwei Nervenfasern sich mittelst einer Schlinge vereinigten. Bidder suchte als Endigung der Nervenfasern eine Ganglienkugel zu finden; dies gelang ihm aber nicht (Katze). Strahl sah den Nerven nicht so deutlich geknöpft enden, wie man früher abgebildet habe (Katze). Herbst fand den Centralnerven bandförmig und von einem hauchähnlichen Ueberzug dicht umschlossen; das äusserste Ende des Nerven sei verschieden dick, aber immer knopfartig oder kolbig, rundlich oder mit stumpfen Ecken versehen und höckerig; das Kopfende liegt frei in der Flüssigkeit der Centralkapsel; oft theilt sich vorher der Nerv in zwei oder mehrere Aeste. Kölliker beschrieb dann (bei der Katze) die Nervenfaser als einen schmalen, marklosen, aber von einer dünnen Hülle umgebenen, stellenweise in seinem Inneren einen feinen, dunklen, centralen Streifen zeigenden, oft getheilten Faden. Leydig behauptete beim Menschen und Säugethier, wie er es schon längst bei den Vögeln gethan hatte, dass der Streifen in der sog. Centralhöhle, welche letztere nach ihm eben die verdickte Nervenfaser bildet, ein feiner Canal mit erweitertem Ende sei. Keferstein trat gegen diese Auffassung Leydigs auf und beschrieb (bei der Katze) die in der Centralhöhle verlaufende Terminalfaser als fein granulirt und platt; in ihrer Mitte sah er oft zwei parallele Contouren; die Faser sei sehr oft gabelig getheilt und ende knopfförmig; im Knopf, von welchem man oft noch einen feinen Ausläufer abgehen sieht, findet man constant einen dunkler granulirten Raum. Nach Virchow endet die Nervenfaser einfach, oft mit einer kleinen kolbigen Anschwellung. W. Krause sah die Terminalfaser zuweilen längsgestreift und betrachtete sie als eine Röhre, welche mit einem homogenen, Fett und Eiweiss enthaltenden, halbflüssigen Inhalt gefüllt sei; die Faser endige mit einer knopfförmigen rundlichen Anschwellung. Jacubowitsch sah (bei der Katze) den Nerven beim Eintreten in das Körperchen das Myelin abgeben und dann als nackten Axencylinder bis an das peripherische Ende verlaufen, um dort in einer sehr deutlichen Nervenzelle und zwar in ihrem Kernkörperchen, bisweilen sogar in mehreren solchen Zellen zu endigen. Engelmann fand (bei Säugethieren) den Axencylinder oder die sog. Terminalfaser verbreitert, sowie häufig mit knopfartiger Anschwellung endigend. Hoyer sah (bei der Katze) zu beiden Seiten des fein granulirten und zuweilen zart gestreiften Inhaltes der Terminal-

faser die doppelten Contouren einer homogenen Scheide; am Ende der Faser fand er stets eine einfache knopfförmige Anschwellung; einmal sah er inmitten derselben ein scharf markirtes, rundliches Gebilde, wie eine kleine Höhlung. CIACCIO beschrieb (bei der Katze) die Nervenfaser nach Abgabe ihrer Myelinscheide als blass, abgeflacht und meist schmäler; sie bestehe aus einer Vereinigung zarter Fasern und dürfte von einer Schwannschen Scheide umgeben sein. Am Ende des Innenkolbens theile sie sich constant und jeder Zweig gehe in eine birnförmige Nervenzelle über, welche aus einer zarten Hülle, einer feinen, granulirten Substanz, in der der Axencylinder verläuft, und aus einem Kern mit einem Kernkörperchen in der Mitte bestehe. PALLADINO sah die Körperchen beim Menschen von einem reichlichen Nervennetz durchzogen, welches an den beiden Polen sowie an irgend einem Punkt der Peripherie des Körperchens, gewöhnlich aber zu einem besonderen Fascikel vereinigt, durch den Stiel eindringe; die Fasern dieses Netzes endigen vielleicht in den Interkapsularräumen mit besonderen Nervenzellen; bei der Katze findet sich nach ihm kein solches Nervennetz. BEALE beschrieb das Verhalten der Nervenfaser in der Weise, dass sie an ihrem scheinbaren Ende in drei oder vier Zweige sich theile, welche wieder zwischen den Kapseln als äusserst feine, granulirte Fasern verlaufen und mit den zahlreichen Kernen zusammenhängen; einige Mal sah er solche Fasern nach unten in die Scheide des doppeltcontourirten Nerven gehen. BRUCH meint (bei der Katze) öfter von dem centralen Aufführungsgange aus einen oder mehrere blasse kernführende Fäden ausgehen gesehen zu haben, welche sich im umgebenden Bindegewebe verloren. MICHELSON beschrieb (bei der Katze) die Terminalfaser als einen nackten, hüllenlosen Axencylinder, in dem oft ein centraler Streif zu sehen, jedoch mit ihm parallel meist noch 3—4 andere, welche als Fibrillen aufzufassen seien; die Terminalfaser endige nicht in Ganglienzellen, sondern mit einer birnförmigen Anschwellung. GRANDRY sah das obere Ende der Terminalfaser sich in eine grosse Anzahl von Fibrillen theilen, welche gleichzeitig und etwa in der Mitte ihres Höhendurchmessers einer rundlichen, granulirten Masse endeten und nicht weiter zu verfolgen waren. CIACCIO beschrieb dann die Nervenfaser, nachdem sie in dem Innenkolben angelangt, als blass, bald homogen, bald granulirt, bald längsgestreift; die Faser theile sich gewöhnlich entweder am Gipfel oder gleich nach dem Eintritt oder wiederholt in der Mitte ihrer Länge, oder es gehen auch seitliche Zweige ab; die Fasern endigen immer und ganz gewiss mit einer birnförmigen Nervenzelle, welche eine dünne und feine Membran, als Fortsetzung der Schwannschen Scheide, einen äusserst feinkörnigen Inhalt und einen kleinen mit Kernkörperchen versehenen Kern besitzt. Wir beschrieben (hauptsächlich beim Menschen) in der Terminalfaser eine mehr oder weniger ausgeprägt fibrilläre Zusammensetzung, sowie um sie ein ganz dünnes, etwas glänzendes Häutchen. Am Querschnitt sei die Faser rundlich oder oval und zeige die körnchenförmigen Querschnitte ihrer Fibrillen; die Faser theile sich in wechselnder Weise und an verschiedenen Stellen des Innenkolbens, entweder dichotomisch in etwa gleich grosse Zweige oder sie gebe feinere Zweige ab; die Zweige laufen oft eine Strecke weit im Innenkolben zurück, um mit je einem Endorgan zu endigen; diese, die Endknospen, seien glänzende, körnige, verschieden grosse und verschieden gestaltete Knöpfchen, in welchen die Fibrillen der Terminalfaser streckenweise verfolgt werden können; in der körnigen Masse nehme man mehr oder weniger deutlich eine Abgrenzung zu kleinen rundlichen Partien wahr, aber keine Kerne. A. BUDGE erwähnt (bei der Katze) den Querschnitt des Nerven als rundlich und die punktförmigen Durchschnitte von Axenfibrillen enthaltend. Um den Nerven sah er Zellen angehäuft, zwischen welche feine Fasern treten; am kolbenförmigen Ende bilden diese Fasern ein verzweigtes Netzwerk, welches mehr oder weniger vollständig die Zellen in sich aufnimmt. PRZEWOSKI fand (beim Menschen) die Centralfaser zuweilen längsgestreift; sie theile sich mitunter und endige in einer feinkörnigen, gewöhnlich kegelförmigen Verdickung. SCHÄFER sah (bei der Katze) ebenfalls an der Centralfaser eine Längsstreifung, aber keine Scheide; das Ende sei gewöhnlich verbreitert, von wechselnder Gestalt und Grösse, von körnigem oder mehr homogenem Bau; wenn die Endpartie gross ist, kann sie einen runden, hellen Kern mit Kernkörperchen enthalten. ARNDT sah (bei der Katze) die Nervenfaser, welche er als einen nackten Axencylinder betrachtete, niemals sich auffasern, noch durch ihre Fasern mit knopfförmigen Gebilden in Verbindung treten; sie erschien ihm stets als ein dünnes, breites, glattrandiges Band, das sanft gerundet plötzlich aufhörte oder nachdem es dünner und dünner geworden war, sich in die molekulare Masse des Innenkolbens verlor.

Histologische Beschreibung.

Da es zum Plane unserer Arbeit gehörte, die Scheidenbildungen der Nerven bis in die peripherischen Endorgane zu verfolgen, erwählten wir zu dieser Untersuchung vor Allem die Pacinischen Körperchen, um so mehr als die Scheiden dieser Gebilde in mehrfacher Hinsicht geeignet erschienen, den Bau der Nervenscheiden zu beleuchten. Unsere Hoffnungen in dieser Richtung wurden auch nicht ohne Erfüllung gelassen. Um indessen den Gegenstand zu begrenzen, haben wir in der folgenden histologischen, wie oben in der geschichtlichen, Darstellung nur den eigentlichen, feineren Bau dieser Körperchen berücksichtigt und mithin weder die topographische Verbreitung, die von Rauber u. A. schon eingehender geschildert wurde, noch alle die Formenvariationen, welche ebenfalls in ziemlich genauer Weise von Herbst u. A. ausführlich besprochen sind, berücksichtigt. Vor Allem haben wir unsere Untersuchungen auf die Pacinischen Körperchen des Menschen gerichtet, weil diese, als die die meisten Schwierigkeiten darbietenden, verhältnissmässig am wenigsten bearbeitet worden sind. Daneben studirten wir aber auch diejenigen der Katze, des Kaninchens und einiger Vogelarten. Ohne Zweifel ist ein Theil der verschiedenen Auffassungen der Histologen eben dadurch entstanden, dass man diese Körperchen bei den einzelnen Thierarten nicht gesondert beschrieben, sondern die Verhältnisse von der einen auch auf die übrigen übertragen hat. Besonders um solchen Unrichtigkeiten zu entgehen fanden wir einen Vergleich des Baues dieser Organe bei den verschiedenen Thierarten sehr wichtig, und wir werden unten die Verhältnisse bei den von uns untersuchten Thieren getrennt beschreiben.

Als Untersuchungsmaterial haben wir fast ausschliesslich ganz frisches angewandt. Betreffs der Pacinischen Körperchen der Thiere ist dies leicht auszuführen. Aber auch beim Menschen waren wir so glücklich ein reichliches Material aus eben amputirten Extremitäten zu erhalten. Wir untersuchten die fraglichen Körperchen in diesem frischen Zustand, theils ohne jeden Zusatz von Flüssigkeit, nur in der aus den Körperchen selbst durch Einschnitt in dieselben erhaltenen, theils auch in Humor aqueus, Blutserum und Hühnereiweiss. Vor Allem benutzten wir aber die Ueberosmiumsäure; wir haben dabei unter dem Mikroskop die erste Einwirkung einer schwächeren Lösung derselben auf die frischen Körperchen studirt, was in mehrfacher Hinsicht vortheilhaft erschien, dann auch, und dies in grösserer Ausdehnung, vor der Untersuchung die Körperchen eine kürzere oder längere Zeit in stärkerer oder schwächerer Säurelösung (0.1% — 1%) behandelt. Nächst der Ueberosmiumsäure hatten wir den meisten Nutzen vom Holzessig als Erhärtungsmittel. Müllersche Lösung und Chromsäure wurden auch als Erhärtungsflüssigkeiten gebraucht. Goldchlorid war uns bei der Erforschung der Kapseln nützlich. Silberlösungen wurden, wie gewöhnlich, zur Darstellung der Zellengrenzen angewandt. Zur Färbung benutzten wir am meisten das Rosanilin, aber auch Carmin, besonders die Bealesche Lösung.

Die Pacinischen Körperchen des Menschen.

(Taf. XXIII—XXIX).

1. Die Kapseln.

Wenn man ohne jeden Zusatz oder auch in einer der eben angegebenen indifferenten Flüssigkeiten ein ganz frisches Pacinisches Körperchen vom Menschen, besonders bei möglichst geringer Compression untersucht, so treten auch bei schwächeren Vergrösserungen (z. B. Hartnack Obj. 4 Ocul. 3) die von den Histologen geschilderten Kapseln als schöne regelmässige, concentrisch angeordnete, dunkle Linien, welche wie Meridiane im Körperchen verlaufen, besonders deutlich und scharf hervor (Taf. XXIII Fig. 1). Die äusseren sind, wie bekannt, der Aussenfläche des Körperchens parallel und stehen zu äusserst ganz dicht; nach innen davon findet sich eine breite Zone mehr

von einander getrennter Linien; die inneren werden desto gerader je näher sie der hellen strangförmigen Axenpartie des Körperchens, dem sogenannten Innenkolben, sich befinden; besonders in der Nähe des letzteren findet sich eine Zone sehr dichtstehender Linien. Die Meridiane oder Kapsellinien [1]) gehen am Gipfel des Körperchens um das Ende des Innenkolbens bogenförmig von der einen zur anderen Seite herum. An der Basis scheinen sie, wenn man den an der sogenannten conischen Verlängerung des Stiels eintretenden Nerven in den Focus einstellt, eine nach der anderen sich dem Nerven anzulegen; bei etwas höherer Einstellung des Mikroskops gehen sie auch hier scheinbar bogenförmig von der einen Seite zur anderen hinüber. Die hier reichlich vorkommenden unregelmässigen Bilder werden aber erst dann verstanden werden, wenn man eine tiefere Einsicht in den Bau der Kapseln selbst gewonnen hat. An den Kapsellinien sieht man die in ziemlich regelmässigen Abständen liegenden Kerne deutlich hervortreten. Die fraglichen Linien entsprechen eben den von den Histologen geschilderten »Kapseln» der Pacinischen Körperchen. Zwischen denselben sieht man helle durchscheinende Zwischenräume, welche meistens von den Histologen als »Interkapsularräume» bezeichnet worden sind. Diese Räume wechseln im Allgemeinen etwas an Breite. Man kann indessen in dieser Hinsicht einige Regelmässigkeiten wiederfinden, welche eben eine Folge der oben angegebenen Anordnung der Kapsellinien sind. Sie sind zunächst dem Innenkolben äusserst schmal, ja so schmal, dass sie bei kleineren Vergrösserungen nicht gut unterschieden werden können. Nach aussen nehmen sie allmählig an Breite zu, sind aber der Aussenfläche zunächst gewöhnlich wieder schmäler als etwas weiter nach innen. Einzelne Zwischenräume sind indessen etwas breiter als ihre Nachbarn, d. h. die Kapsellinien liegen in etwas unregelmässiger Entfernung von einander. Bei verändertem Druck des Deckgläschens verändern sich auch diese Abstände. Oft sieht man sogar, vom Innenkolben her nach aussen gerechnet, dunklere Partien mit helleren wechseln. Die dunkleren sind solche, wo die Kapsellinien oder die sog. Kapseln einander näher liegen; die helleren dagegen solche, wo sie mehr getrennt, oder, mit anderen Worten, wo die Zwischenräume breiter sind. Diese Verhältnisse, welche eben durch verschiedenen Druck auf das Körperchen verändert werden, sind grösstentheils die Folge einer ungleichen Verschiebung der Häutchen durch die mechanische Einwirkung. In der Regel ist der innere Theil der mittleren Schichten etwas dunkler als die übrigen Theile. Dem Innenkolben zunächst sind dagegen die Kapseln oft so hell, dass man nur bei scharfer Beobachtung die Grenze zwischen ihnen und dem Innenkolben selbst sicher sehen kann. Dies ihr helleres Aussehen, welches trotz ihrer äusserst dichten Lagerung vorkommt, ist die Folge ihrer unten näher zu besprechenden etwas modificirten Beschaffenheit. Indessen scheint dies Verhältniss wirklich einige Histologen verleitet zu haben, den Innenkolben beim Menschen als breiter aufzufassen, als er in der That ist.

Die Durchsichtigkeit der frischen Körperchen ist so gross, dass man bei ihnen höhere Vergrösserungen, sogar die Immersionssysteme 9 und 10 von Hartnack ohne Schwierigkeit anwenden kann. Der Detailuntersuchungen wegen entfernt man mit Vortheil bei diesen Vergrösserungen einen Theil der Kapseln, welches am besten dadurch geschieht, dass man an einer Seite einen Einschnitt am Körperchen macht und dann mit Nadeln von ihm mehr oder weniger der Kapseln über den Gipfel herum und gegen den Stiel abzieht. Dabei fliesst aus dem Körperchen eine Flüssigkeit heraus, und zwar desto reichlicher, je mehr Schichten man geöffnet hat. Die inneren, nicht geöffneten Kapseln werden nicht entleert, weswegen das übrige Körperchen seine Gestalt sowie die normale Lage der Theile behält. Bei stärkeren Vergrösserungen sieht man die meridianförmig verlaufenden Kapsellinien eine gewisse Dicke besitzen, woneben sie einen gelblichen Glanz zeigen. Sie schwellen nur unbedeutend in Essigsäure an und behalten darin den Glanz. Sie haben bei gelindem Druck einen steifen Verlauf mit ebenen, unter einander parallelen Contouren. Bei veränderter Focaleinstellung sieht man deutlich, dass sie optische Durchschnitte von Häutchen sind, welche bei der Untersuchung im frischen Zustande gewöhnlich als einfach erscheinen. Bei vermehrtem oder vermindertem Andrücken sieht man an diesen Häutchen flatternde Bewegungen und sie werden dabei oft gefaltet; besonders wenn das Körperchen gedreht wird, werden diese Falten und Runzeln unregelmässig, wodurch eben eine Menge von Bildern entsteht, in deren Deutung man sehr vorsichtig sein muss. Die in gewissen Abständen an den Häutchen liegenden Kerne erscheinen als homogene länglich-ovale abgeplattete Körper, welche gewöhnlich von der inneren Fläche etwas hervortreten. Nicht selten sieht man indessen eine feine Contour nach innen vom Kern verlaufen und von dessen Enden zur Kapsellinie — oder, wenn man lieber will, zu den Häutchen, deren

[1]) Wir werden hier den Namen »Kapsellinien» statt »Kapseln» gebrauchen, weil wir, wie bald gezeigt werden soll, unter der letzteren Bezeichnung etwas Anderes verstehen.

optischen Ausdruck die Kapsellinie darstellt — hinabsteigen. Oft findet man Kerne gleichsam in der Kapsellinie selbst liegend, wie zwischen zwei Contouren, welche jederseits vom Kern bald wieder zusammenlaufen, eingeschlossen; bald buchtet sich aber auch der Kern nach aussen von der Kapsellinie aus.

Von der Oberfläche der Kapselhäutchen gesehen (Taf. XXVII), erscheinen die Kerne abgeplattet, oval und homogen, mit einem oder ohne deutliches Kernkörperchen. Am optischen Längsschnitt eines Pacinischen Körperchens scheinen sie, wie die Histologen im Allgemeinen annehmen, in der Längsrichtung zu liegen; eine nähere Prüfung zeigt indessen, dass sie vorzugsweise in der Querrichtung liegen, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Wenn man nun seine Aufmerksamkeit auf die hellen, durchsichtigen Zwischenräume zwischen den Kapsellinien, die Spatia intercapsularia der Histologen, wendet, so sieht man in ihnen ohne Schwierigkeit kleine runde körnchenähnliche Punkte oder äusserst kleine Ringe (Taf. XXIV, XXV, XXVI). Bei veränderter Focaleinstellung findet man, dass diese Körnchen oder Punkte nichts Anderes als die optischen Durchschnitte heller Fibrillen sind, welche man mehr oder weniger weit, je nach der Lage der Häutchen, verfolgen kann (z. B. Taf. XXVI Fig. 3, 5). Diese Fäserchen gehen in transversaler Richtung. Henle und Kölliker schilderten, wie oben angeführt ist, diese Fäserchen als an der äusseren Fläche der Kapselhäutchen liegend, eine äussere Schicht derselben mit transversal verlaufenden Fibrillen bildend, während dagegen die glänzenden Meridianlinien selbst die innere Schicht der einzelnen Kapseln mit longitudinal gehenden Fibrillen darstellten. Fast alle späteren Beschreiber des Gegenstandes sind ihnen in dieser Auffassung gefolgt; Keferstein will aber diese transversale Faserschicht zur Innenseite jeder Kapsel verlegen. In der That kann man nun Bilder von beiderlei Art erhalten, welche für die resp. Ansichten zu sprechen scheinen, obwohl keine derselben ganz richtig ist. Man bekommt nämlich oft mehrere Kapsellinien neben einander, an deren äusserem Rande die erwähnten Faserdurchschnitte dicht angesammelt liegen; bei genauerem Nachsehen findet man aber, dass diese Faserlage durch keine ebene Contour nach aussen hin begrenzt wird, sondern die Fasern stehen an diesem Rande unregelmässig; mehr oder weniger derselben schiessen einzeln oder gruppenweise in den Zwischenraum hinein. An anderen Stellen kann man auch, wie auch Keferstein meint, die Fasern an der Innenseite der Kapsellinien gesammelt finden, und sie scheinen dann auch eine mehr oder weniger unregelmässig begrenzte Schicht an der Innenseite des entsprechenden Häutchens zu bilden. An anderen Stellen hingegen sieht man sie vollkommen frei von den Kapsellinien mitten im hellen Zwischenraum schweben, obwohl in einem gewissen Zusammenhang unter sich; in anderen Zwischenräumen findet man sie aber unregelmässig zerstreut oder sie liegen sowohl an der Aussenseite der inneren Begrenzungslinie als an der Innenseite der resp. äusseren; oder man sieht sie auch von dem einen Häutchen plötzlich quer über den Zwischenraum zum anderen gehen, um dann dem letzteren zu folgen. Alle diese Verhältnisse kommen unter einander in zahlreicher Abwechselung vor. Dort, wo die hellen Zwischenräume schmäler sind oder die Kapsellinien einander näher liegen, wie dies oft bei den äussersten, noch mehr aber bei den inneren die Regel ist, stehen die Fasern gleichmässig im ganzen Zwischenraum vertheilt. Aus allem Diesem scheint also hervorzugehen, und wir kommen bald auf diese Frage zurück, dass die Fasern keine besondere Schicht weder an der äusseren noch an der inneren Seite der die hellen Zwischenräume begrenzenden Häutchen bilden, sondern dass sie eben diesen Zwischenräumen angehören und in ihnen bei verschiedenem Druck in mancherlei Abwechselung schweben können.

Ausser den erwähnten Fasern findet man hie und da, beim Menschen aber im Allgemeinen spärlich, in den hellen Zwischenräumen Brücken, welche von dem einen Begrenzungshäutchen zum anderen hinüberspringen. Diese Brücken bestehen öfters aus feineren Fasern oder Balken (Taf. XXVI Fig. 12), welche dasselbe etwas glänzende, gelbliche Aussehen wie die Häutchen selbst haben, bald aber weniger glänzend sind und bisweilen eine unbedeutende häutchenähnliche Ausbreitung zeigen, ohne indessen solche Scheidewände zu bilden, welche nach der Darstellung Ciaccios die Zwischenräume in verschiedene, durch Löcher mit einander in Verbindung stehende Abtheilungen oder Räume trennen sollen. Sie sind übrigens im Allgemeinen nur spärlich vorhanden [1]), kommen zwar hie und da im ganzen Körperchen zerstreut vor, sind aber etwas zahlreicher in den inneren Theilen sowie an den beiden Enden des Körperchens. Sie ähneln den Vereinigungsbändern, welche wir in anderen Bindegewebshäuten, z. B. am Epi- und Perineurium, beschrieben haben. Besonders oft findet sich ein Kern an beiden Befestigungen dieser Querbalken der Häutchen (Taf. XXVI Fig. 8). In den inneren Theilen der Pacinischen Körperchen sieht man ausserdem circuläre

[1]) Die in neuester Zeit von Przewoski geschilderten, reichlich zwischen den Kapseln überspringenden und von ihnen ausgehenden Fibrillen sind wahrscheinlich nicht die eben von uns erwähnten, nur hie und da vorkommenden Brückenfasern, sondern gehören vielmehr zu den Ringfasern, die durch die Präparation etwas verwirrt wurden.

Fäserchen oder Bänder, welche in mehr oder weniger weiten Entfernungen rings um den ganzen Umfang der resp. Häutchen laufen und gleichsam dieselben fester um den Innenkolben zusammenhalten (Taf. XXVIII Fig. 5). Sie bilden oft Einschnürungen und können viele Unregelmässigkeiten an den Bildern veranlassen, wenn die nicht erhärteten Häutchen durch die eintretende Anschwellung sich mehr und mehr ausbuchten. Diese circulären Fäserchen ziehen dann oft das Häutchen, in welchem sie verlaufen, in Gestalt einer circulären Falte mit scharfem Rande ein; letzterer legt sich oft dicht dem nächsten Häutchen an und kann leicht irrigerweise als eine vollständige Scheidewand aufgefasst werden, um so mehr als die Faserlage oft den übrigen Zwischenraum erfüllt. Die fraglichen circulären Fäserchen, welche als Verstärkungsbänder in den Häutchen verlaufen, treten schärfer in Essigsäure hervor und erweisen sich als von elastischer Natur.

Die hellen Zwischenräume enthalten, ausser den transversal gehenden Fasern, noch die Flüssigkeit, welche beim Anschneiden aus den Pacinischen Körperchen fliesst und in der die Querfasern zu flottiren scheinen. Dass die Flüssigkeit wirklich, wenigstens zum allergrössten Theil, in diesen Zwischenräumen eingeschlossen ist, geht deutlich aus der Untersuchung im frischen Zustande hervor. Denn abgesehen davon, dass man im Allgemeinen dabei keine andere Räume sieht, in welchen eine solche, im Verhältniss zur Grösse des Körperchens bedeutende Menge von Flüssigkeit Platz finden könnte, so lassen sich direct unter dem Mikroskop eine Anzahl von Veränderungen wahrnehmen, welche durch Diffusion und Coagulation in der vorhandenen Flüssigkeit stattfinden. Wie bekannt ist und wie wir auch geprüft haben, reagirt die fragliche Flüssigkeit auf Eiweiss; sie ist dünnflüssig und ziemlich stark lichtbrechend, wodurch sie beim Ausfliessen auf dem Objectgläschen einen gewissen Glanz zeigt. Sie trocknet leicht ein, wenn sie nicht durch eine Deckglasscheibe oder die feuchte Kammer vor Abdünstung geschützt wird, und lässt dann einen ziemlich grossen eiweisshaltigen Rückstand zurück. Setzt man bei der Untersuchung der Körperchen dünnere Flüssigkeiten, wie verdünntes Hühnereiweiss u. s. w., hinzu, so sieht man, wie schon oben bemerkt wurde, die Zwischenräume anschwellen und dabei helle Tropfen oder Vacuolen in immer steigender Anzahl und Grösse in diesen Räumen, zwischen den Fasern, entstehen, während übrigens eine Trübung nach und nach in denselben Räumen stattfindet. Falsche Bilder entstehen hierdurch massenhaft, und man muss bei dergleichen Untersuchungen betreffs der Deutung der Bilder äusserst vorsichtig sein. Die dunklere Masse zwischen den hellen vacuolenähnlichen Körperchen ähnelt oft in täuschender Weise Querbrücken, und wir können nicht die Vermuthung zurückhalten, dass Ciaccio zum Theil durch derartige Bilder zur Annahme der zahlreichen, von ihm in den Pacinischen Körperchen des Menschen geschilderten queren Zwischenwände verleitet worden ist. Die Abbildungen mehrerer Histologen über das Verhalten der Häutchen, besonders an der Basis des Körperchens, zeigen auch, dass sie nicht hinreichend vorsichtig mit den fraglichen Diffusionserscheinungen umgegangen. Ausser der Flüssigkeit und den Fasern findet man ferner in den hellen Zwischenräumen die unten näher zu berücksichtigenden Blutgefässe (Taf. XXIX Fig. 1 *Bg*). Daneben trifft man recht oft gewisse Zellenformen, welche einer besonderen Aufmerksamkeit werth sind. Sie sind körnig, rein protoplasmatisch, von bedeutend wechselnder Gestalt und ähneln darin, wie in allen übrigen Eigenschaften, vollständig weissen Blutzellen oder Wanderzellen; wir können deswegen nicht umhin, sie für solche Zellen zu erklären. Bald findet man sie rundlich, bald oval, bald mit einem oder mehreren strahlenförmigen Ausläufern versehen, bald wieder einseitig verlängert, bald in verschiedenen Richtungen ausgezogen, bald spindelförmig u. s. w.; sie sind zuweilen von bedeutender Grösse. Einige solche Zellen sind in der Taf. XXV Fig. 3 und der Taf. XXVII Fig. 3, 4, 8 wiedergegeben. Sie liegen frei zwischen den Fasern in den Zwischenräumen; andere Zellenbildungen kommen in diesen Räumen nicht vor. Besonders zahlreich fanden wir diese Zellen in den Pacinischen Körperchen eines frisch untersuchten, eben wegen Panaritium mit Necrose und bedeutender Eiterbildung in dem die Körperchen umgebenden Gewebe amputirten Fingers.

Diese Darstellung der ausserhalb des Innenkolbens befindlichen Theile der Pacinischen Körperchen, wie sie sich bei Untersuchung im frischen Zustande zeigen, unterscheidet sich hauptsächlich von den Schilderungen anderer Histologen dadurch, dass nach unserer Ansicht die quergehenden Fasern den hellen Zwischenräumen angehören und keine bestimmte Schicht des einen oder andern Begrenzungshäutchens bilden. Dies ist aber eine eigenthümliche und beachtenswerthe Thatsache und muss den Gedanken erwecken, dass die sogenannten »Kapseln», oder, wie wir ihre optischen Durchschnitte nennen, die Kapsellinien, nicht so einfache Bildungen sind als man angenommen hat. Auf Grund der Erkenntniss des Baues der Arachnoidea, des Subarachnoidalgewebes und besonders der Perineuralhäutchen, wie derselbe von uns geschildert ist, tritt ohne Zwang die Frage entgegen, ob nicht diese, am frischen Präparat dem Anscheine nach einfachen Kapselhäutchen in der That aus zwei zusammengesetzt sind; ferner, ob nicht die quere

Faserlage eben der fibrillären Schicht dünner Bindegewebslamellen entspricht und jede ihre beiden Begrenzungshäutchen in den beiden angrenzenden Kapselhäutchen besitzt. Wir haben dieser schwierigen Frage eingehendere Studien gewidmet und sind, trotz der mehrfach vorkommenden zweideutigen oder gar widersprechenden Bilder und trotz der in Folge dessen mehrmals von Neuem entstandenen Zweifel, immer doch zuletzt, nach wiederholten Untersuchungen, zu demselben Resultat gelangt. Schon bei der Untersuchung im frischen Zustande sieht man, wie erwähnt wurde, Kerne in den glänzenden Kapsellinien liegen, ja sogar hie und da zwischen zwei Linien eingeschlossen; es scheint als ob das betreffende Häutchen in zwei gespaltet sei, um die Kerne zu umschliessen, oder als ob diese zwischen zwei Häutchen liegen; recht oft sieht man auch sonst in den Kapsellinien Streifen oder schmale Spalten, als ob die Häutchen in zwei gespaltet seien, welche sich ein wenig trennen, um dann bald wieder scheinbar zu einem einfachen Häutchen vereinigt zu werden. Dort, wo Balken durch die hellen Zwischenräume von einem äusseren Kapselhäutchen zu einem inneren verlaufen und mithin jene an diesem befestigt sind, sieht man oft das eine Häutchen trichterförmig zu dem anderen gezogen; man findet ferner, dass das trichterförmig eingezogene Häutchen von einem anderen derartigen Häutchen, das in seiner Lage zurückbleibt, sich ablöst (Taf. XXVI Fig. 6, 7). Nicht selten sieht man eben am eingezogenen Trichter einen Kern und nach aussen von demselben einen anderen am zurückgebliebenen Häutchen. Alle diese Bilder sprechen nun im höchsten Grade dafür, dass jede sogenannte Kapsel oder Kapsellinie aus zwei Häutchen zusammengesetzt sei, welche von einander sich trennen können, unter gewöhnlichen Verhältnissen aber so innig zusammenliegen, dass sie aus einem einzigen zu bestehen scheinen, ganz wie es so oft bei den Perineurallamellen der Fall ist, welche fast homogen erscheinen können, obwohl sie aus mehreren Lamellen zusammengesetzt sind.

Bei Untersuchung des frischen Materials dürfte man indessen in dieser Hinsicht kaum vollständig ins Klare kommen; wenigstens gelang es uns nicht auf diese Weise ganz überzeugende Bilder zu erhalten. Hier, wie so oft sonst, war es die unschätzbare Ueberosmiumsäure, welche am wesentlichsten zur Lösung des Räthsels beigetragen hat; auch die Erhärtung in Holzessig, sowie das Goldchlorid haben gute Dienste geleistet.

Wenn man zu dem frischen Präparate einen Tropfen Ueberosmiumsäurelösung (0.1—0.3 %) hinzusetzt, behält das Bild lange seine ursprüngliche Beschaffenheit; es wird nur ein wenig dunkler und verliert etwas seine Klarheit, die einzelnen Theile werden aber dadurch gut differenzirt. Wenn die Ueberosmiumsäurelösung sehr schwach ist, entsteht auch hierbei eine Anzahl von Quellungserscheinungen. Im Allgemeinen erhält man indessen durch dieses Verfahren Bilder, die den oben beschriebenen entsprechen. Wenn man hingegen die Ueberosmiumsäure ziemlich stark auf die Körperchen einwirken lässt, ehe sie etwaigem Druck ausgesetzt werden, erhält man Bilder, welche deutlich zeigen, dass die Kapselhäutchen nicht einfach sind. Hie und da haben zwar die Häutchen ihr einfaches Aussehen wie an frischen Präparaten behalten, und dies bisweilen sogar in grosser Ausdehnung; oder sie zeigen auch nur dieselben wenig bestimmten Andeutungen einer Spaltung, die oben beschrieben wurde; die Fasern verhalten sich dabei auch in ganz derselben wechselnden Anordnungsweise (Taf. XXIV, XXV, XXVI). An anderen Stellen dagegen, und merkwürdiger Weise in gewissen Körperchen mehr als in anderen, sogar, wie es uns scheint, bei einigen Individuen mehr als bei anderen, sowie bei einem gewissen Stadium der Erhärtung erhält man die am meisten entscheidenden Bilder, wie wir sie vielfach in den Taf. XXIV, XXV, XXVI wiedergegeben haben. Man sieht die glänzenden Kapsellinien oder die bisher sogenannten Kapseln oft nach ihrer ganzen Länge in zwei getheilt, so dass mehr oder weniger breite Spalten oder Zwischenräume in ihnen entstanden sind, welche je von einem dünnen Häutchen begrenzt und von Fasern vollständig frei sind; oder, wenn man von einem transversalen faserhaltigen Zwischenraum ausgeht, man findet, dass dieser Raum nach jeder Seite hin von einem besonderen Begrenzungshäutchen mit seinen Kernen begrenzt wird. An jeder Aussenseite dieser Häutchen liegt eine durch die Spaltung der Kapsellinien entstandene leere Spalte; dann kommt wieder eine neue Lage mit einem faserhaltigen Raum zwischen zwei Häutchen u. s. w. Die Kerne scheinen nun von den Begrenzungshäutchen in diese Spalten der Kapsellinien hineinzuschiessen. Die Fig. 2 der Taf. XXV, die Fig. 1 der Taf. XXVI, und Fig. 1 der Taf. XXIX zeigen, wie beim Aufhören dieser Spalten und dem Aneinanderlegen der Häutchen scheinbar einfache Häutchen aus zwei zusammenliegenden entstehen. Man findet also hier hauptsächlich dieselbe Bildung wieder, welche mehr oder weniger entwickelt in den perineuralen und anderen dünnen Bindegewebshäutchen vorhanden ist, nämlich ein fibrilläres Stratum, das jederseits von einem äusserst dünnen Häutchen begrenzt wird; jenes eigenthümliche Verhältniss findet indessen bei den Pacinischen Körperchen statt, dass unter den Fibrillen zwischen den Begrenzungshäutchen regelmässig eine Flüssigkeit erscheint, welche in grösserer oder geringerer Menge vorhanden ist, mehr oder weniger die Begrenzungshäutchen von einander ausspannt

und wechselweise ein äusseres und ein inneres Begrenzungshäutchen unter gewöhnlichen Verhältnissen so dicht an einander drückt, dass sie im optischen Durchschnitt bei Untersuchung im frischen Zustande als einfach erscheinen. Uebrigens erhält man auch nach Erhärtung in Chromsäure und etwaigem Anpressen der Körperchen dieselben Bilder: Faserhaltige Zwischenräume, jederseits von einem dünnen Häutchen begrenzt, und zwischen den letzteren hie und da Spalten, die ohne alle Fasern und dadurch entstanden sind, dass die Häutchen in den Kapsellinien sich von einander getrennt haben.

Auf Grund dieser Verhältnisse ist es klar, dass man unter der Bezeichnung »Kapsel» etwas ganz Anderes verstehen muss, als bisher von den Histologen geschehen. Nach unserer Auffassung besteht jede Kapsel in den Pacinischen Körperchen aus den beiden erwähnten Begrenzungshäutchen und dem zwischen ihnen befindlichen, die freien transversalen Fasern sowie die Flüssigkeit enthaltenden Zwischenraum. Mit dieser Darstellung vom Bau der Kapseln lässt sich die Benennung »Spatia intercapsularia» für die hellen faserhaltigen Zwischenräume nicht vereinigen; wir haben sie deswegen Spatia intracapsularia oder Kapselräume genannt. Dagegen bezeichnen wir die leeren, zwischen den angrenzenden Kapseln befindlichen Spalten als Spatia intercapsularia oder Spaltenräume. Inwieweit diese letzteren jemals unter normalen Verhältnissen so viel Flüssigkeit enthalten können, dass sie in bemerkenswerther Weise dadurch ausgespannt werden, ist sehr schwer zu entscheiden. Hier mag indessen hervorgehoben werden, dass sie am erhärteten Präparat zuweilen ebenso breit oder noch breiter sind als die Kapselräume selbst, wobei sie auch eine Flüssigkeit enthalten; beim Andrücken zwischen Deck- und Objectgläschen strömt die letztere nach den Seiten hin und spannt dort die Spaltenräume aus. Diese Flüssigkeit könnte indessen von den Kapselräumen aus durch Berstung ihrer Begrenzungshäutchen oder durch andere Veränderungen dahin gelangt sein. Dafür spricht die Thatsache, dass man, wenn eben die Spaltenräume gross und breit sind, die Kapselräume oft in entsprechendem Verhältniss schmal findet.

Nach dieser Darstellung unserer allgemeinen Auffassung von der Zusammensetzung der Kapseln und unserer Bezeichnungen ihrer Theile werden wir jetzt zur näheren Beschreibung des Baues dieser Bildungen übergehen.

Wenn man im optischen Durchschnitt eins der beiden Begrenzungshäutchen einer Kapsel betrachtet (z. B. Taf. XXVI Fig. 1), eben an einer Stelle, wo es von dem Begrenzungshäutchen der angrenzenden Kapsel getrennt ist, so sieht man dasselbe als eine gerade, dünne, glänzende Linie verlaufen, in welcher man, wie erwähnt, hie und da doppelte Contouren erkennen kann. Es ist im Allgemeinen homogen, aber bei stärkeren Vergrösserungen (Taf. XXVI Fig. 9) sieht man in demselben feine Pünktchen, welche bei näherer Untersuchung sich als optische Querschnitte feiner Fäserchen erweisen; diese Fäserchen verlaufen im Häutchen selbst und sind gar nicht mit den in den Kapselräumen befindlichen freien Fasern zu verwechseln. In gewissen Abständen liegen Kerne am äusseren sowohl als am inneren Begrenzungshäutchen jeder Kapsel und scheinen gewöhnlich von den Häutchen in den Spaltenraum auszuschiessen; zuweilen ragen sie indessen in den Kapselraum hinein, und hie und da findet man sie gleichsam in dem Häutchen selbst liegend und von beiden Seiten her hervortretend (S. an den Taf. XXIV—XXVI). Nicht selten findet man die Kerne nur auf der Oberfläche des feinen glänzenden Häutchens liegend; dann sieht man aber in der Regel eine ausserordentlich feine Contour von den beiden Enden des Kerns zu dem betreffenden Häutchen verlaufen (S. an denselben Tafeln); der Kern liegt gleichsam als ein Hügelchen auf der dem Spaltenraum zugewandten Oberfläche des Häutchens, ohne dass gewöhnlich ein deutliches Protoplasma in seiner Umgebung erscheint. Die feine Contour von den Enden macht aber, besonders bei veränderter Focuseinstellung, den Eindruck, der optische Durchschnitt einer ausserordentlich dünnen Häutchenzellenmembran zu sein, welche mithin das Begrenzungshäutchen überziehen oder seine Oberflächenschicht ausmachen würde. Dass es in der That sich so verhält, geht daraus mit Sicherheit hervor, dass man oft Kerne findet (Taf. XXV Fig. 4; Taf. XXVI Fig. 2), welche theilweise von dem Begrenzungshäutchen abgelöst sind und an demselben im Spaltenraum flottiren, wobei sie indessen durch ein von dem einen Ende oder der einen Seite ausgehendes, äusserst feines und durchsichtiges, aber deutlich erkennbares Häutchen angeheftet sind. An anderen Stellen aber findet man, dass eine ganze Reihe von Kernen sich vollständig von dem Begrenzungshäutchen abgelöst hat und frei im Spaltenraum liegt, mit einander aber durch eine sehr feine Linie vereinigt ist, welche dem Aussehen nach einer feinen Faser ähnelt. Bei veränderter Focuseinstellung kann man sich indessen davon überzeugen, dass diese Faser nichts Anderes ist als der optische Durchschnitt eines feinen Häutchens, welches in Verbindung mit den Kernen von dem Begrenzungshäutchen abgelöst ist. Hie und da sieht man das Zellenhäutchen sich wieder dem darunterliegenden Begrenzungshäutchen anlegen, und dann erscheinen beide nur als

ein Häutchen. Solche Bilder zeigen deutlich, dass die Begrenzungshäutchen jeder Kapsel, wie fein sie auch erscheinen, doch aus zwei noch feineren Schichten bestehen, nämlich aus einer äusserst feinen cellulären, dem Spaltenraume zugewandten Flächenschicht und einer ebenfalls sehr dünnen, aus einem Häutchen gebildeten Unterlage; eben in diesem letzteren Häutchen verlaufen die oben beschriebenen feinen Fäserchen, welche im optischen Querschnitt als Pünktchen erscheinen.

In weniger stark erhärteten Körperchen sieht man die Zellenhäutchen von den Kapseloberflächen sehr reichlich abgelöst und in den Spaltenräumen frei umherflottirend. Ja, nicht eben selten findet man ein solches Häutchen mit seinen Kernen in einem Spaltenraum schwebend, während die Begrenzungshäutchen jederseits von demselben ihre Kerne noch besitzen, und man kann sogar auf Grund derartiger Bilder die Frage aufwerfen, ob nicht die Begrenzungshäutchen der Kapseln an ihren Oberflächen, wenigstens stellenweise, mehr als ein Zellenhäutchen besitzen; die umherflottirenden Zellenhäutchen können aber auch von einer anderen Stelle in der Umgebung dorthin gelangt sein.

Oft lösen sich indessen die Kerne von den Kapseloberflächen ab, ohne dass ein Häutchen ihnen folgt. Sie liegen dann frei in den Spaltenräumen, nie aber in den faserführenden Kapselräumen, welches Verhältniss eben für die Lage der Kerne sowie für den Bau der Kapseln sehr erläuternd ist. Solche abgelöste Kerne können zu höchst eigenthümlichen Bildern Anlass geben (Taf. XXVI Fig. 13, 14). Man findet sie nämlich oft nach etwaigem Anpressen des Körperchens, mit den Enden dicht aneinander, in den Spaltenräumen gereiht. Sie zeigen sich dann als durch die Anschwellung eiförmig gestaltete, homogene, etwas dunkle Figuren, neben deren Enden helle, schmale, zwischen den Häutchen selbst sich ausbreitende Zwischenräume erscheinen. Diese Lücken zwischen den Kernen könnten bei etwas oberflächlicher Untersuchung für Querbalken zwischen den Häutchen selbst genommen werden. Sie ähneln sogar oft auf eine täuschende Weise den von Ciaccio beschriebenen und abgebildeten Querwänden. Oft sieht man die abgelösten Kerne dort, wo sie Raum finden konnten, zu mehr oder weniger grossen, unregelmässigen Haufen angesammelt liegen (Taf. XXVI Fig. 14). Nach Behandlung mit Anilin färben sie sich intensiv; ihre wirkliche Natur tritt dann mit voller Klarheit hervor und wenn ein Zweifel betreffs der zwischen ihnen befindlichen Lücken vorhanden war, muss derselbe dabei sogleich verschwinden. Natürlicherweise lagen diese Kerne vorher, nach ihrem Abfallen von den Häutchen, in den Spaltenräumen zerstreut; durch das Anpressen unter dem Deckglase sind sie zu den Stellen zusammengeströmt, wo die Kapselhäutchen dem Drucke gewichen sind und ihnen Platz gelassen haben.

Oben haben wir Querbrücken beschrieben, welche hie und da zwischen dem äusseren und dem inneren Begrenzungshäutchen der einzelnen Kapseln, d. h. quer über den Kapselräumen verlaufen. Einigemal trifft man nun auch derartige Brücken quer über einen Spaltenraum gehend, also die Begrenzungshäutchen zweier angrenzender Kapseln vereinigend. In der Fig. 2 der Taf. XXVI ist ein solches Verhältniss dargestellt.

Was das Verhalten der Fasern in den Kapselräumen zwischen den Begrenzungshäutchen betrifft, so erscheinen sie im optischen Durchschnitt an in Ueberosmiumsäure erhärteten Kapseln in derselben Weise wie bei der Untersuchung im frischen Zustande. Sie stehen also bald mehr am äusseren, bald mehr am inneren Begrenzungshäutchen gesammelt, bald an beiden vertheilt, bald mitten in den Zwischenräumen; oder, wenn sich die Häutchen einander näher befinden, sind sie mehr gleich vertheilt und stehen im ganzen Raum dichter an einander. Eine Anordnung derselben, welche für den Bau der Kapseln sehr erläuternd ist, tritt indessen an erhärteten Präparaten deutlicher hervor als an frischen. Man vermisst nämlich die Faserlage in grösseren oder kleineren Strecken entweder ganz oder findet sie nur durch einige zerstreute Fasern vertreten; die Begrenzungshäutchen ziehen sich dann dicht zusammen, werden, wie es scheint, an einander befestigt und oft gleichsam zu einem verschmolzen. Oft stehen die Fasern bündelweise geordnet, wie die Fig. 3 der Taf. XXVI es wiedergiebt. Diese Bündel haben einen gewissen Glanz am optischen Durchschnitt. Zwischen ihnen liegen die Begrenzungshäutchen innig vereinigt und an den Bündeln spalten sie sich, um diese zu umfassen. Wenn mehrere solche Bündel neben einander vorhanden sind, erhält die Kapsel am optischen Durchschnitt ein perlschnurartiges Aussehen. Diese Anordnung kommt besonders an der Spitze der Körperchen vor, wird aber auch hie und da an anderen Stellen, besonders am Stiel gefunden. Wenn die Lage der Häutchen so beschaffen ist, dass man den Verlauf der Fasern von einem solchen Bündel verfolgen kann — wie z. B. an dem Präparat, von welchem die Fig. 3 Taf. XXVI genommen ist — so sieht man, dass die Fasern von angrenzenden Bündeln sich ausbreiten, sich einander nähern und endlich sich verflechten, dabei grössere oder kleinere rundliche oder ovale Lücken umschreibend; in diesen Lücken sieht man keine Fasern, sondern hier wird die Kapsel nur aus den innig zusammenliegenden Begrenzungshäutchen gebildet. Es entspricht eben diese Anordnung der an

der Arachnoidea sowohl wie an den Perineuralhäutchen vorkommenden. Dass man auch an Osmiumpräparaten den Wanderzellen ähnliche Zellen findet, braucht nicht weiter erwähnt zu werden.

Um die Häutchen näher kennen zu lernen muss man sie in Flächenausbreitung untersuchen. Man erhält sie leicht in solcher Lage, wenn man mit Nadeln mehr oder weniger Kapseln abschält und dann so vollständig als möglich die verschiedenen Kapseln und Häutchen von einander isolirt. Bei der eigentlichen Untersuchung muss man mittelst einer festen Unterlage unter dem Deckgläschen die Häutchen vor Druck schützen, damit sie perspectivisch mit ihren feinen Faltungen hervortreten können. Am besten verfährt man in der Weise, dass man den Gipfel und die Basis des Körperchens abschneidet und dann das übrige, das Mittelstück, längs der einen Seite anschneidet. Man kann dann von den Rändern dieses Schnittes die eine Kapsel (resp. ihr Begrenzungshäutchen) nach der anderen ringsum die Peripherie abschälen und dieselben jede für sich flächenhaft ausbreiten. Dadurch gewinnt man auch einen gleichzeitigen Ueberblick über ein einzelnes Häutchen oder eine Kapsel in weiter Ausdehnung und kann den Verlauf der Fasern nach der Länge oder Quere mit grösserer Sicherheit verfolgen. Die Faserlage in den Kapselräumen löst sich ziemlich leicht von den Häutchen ab und lässt sich mithin entfernen; oft lässt sie sich in grosser Ausdehnung aus den Kapselräumen ausziehen, und man kann also die Häutchen sowohl als die Fasern je für sich frei erhalten. Man muss indessen immer sehr genau darauf Acht geben, ob man bei dieser Untersuchung eine ganze Kapsel mit ihren beiden Begrenzungshäutchen und der dazwischenliegenden Faserlage oder nur ein Begrenzungshäutchen mit der Faserlage oder endlich nur ein Begrenzungshäutchen ohne Faserlage isolirt und ausgebreitet hat. Oft ist es äusserst schwer in dieser Hinsicht volle Sicherheit zu erhalten, besonders weil die Faserlage durch Andrücken des Deckgläschens viel dünner wird, als wenn man sie im optischen Durchschnitt von Flüssigkeit ausgespannt sieht.

Durch Anilinfärbung tritt die Beschaffenheit der ausgebreiteten Häutchen besonders deutlich hervor. Was zuerst die Kerne betrifft, so findet man leicht, dass sie vorzugsweise in der Querrichtung liegen. Ihre Anordnung ist aber in dieser Hinsicht nicht ganz regelmässig; ein Theil von ihnen steht nämlich in schiefer, andere auch in Längenrichtung. Sie haben (Taf. XXVII Fig. 1—9) ein homogenes Aussehen, sind plattoval, messen im Allgemeinen 0.008 Mm. in der Länge und 0.006 Mm. in der Breite; ihr Kernkörperchen ist oft weniger deutlich. Um die Kerne sieht man zuweilen keine Spur von Protoplasma; bei anderen tritt aber eine in Anilin mehr oder weniger stark sich färbende, schwach körnige, im Allgemeinen schmale Protoplasmazone hervor; diese geht entweder in die Umgebung ohne jede bestimmte Grenze diffus über oder es erscheint auch eine mehr oder weniger deutliche Grenze. Oft geht von dieser Zone eine grössere oder kleinere Zahl von kürzeren oder längeren, in der Regel schwach gefärbten Ausläufern aus; diese sind deutlich wie die Zone selbst, von welcher sie entspringen, sehr platt; nicht selten sieht man sie sich mit ähnlichen Ausläufern von der Protoplasmazone eines angrenzenden Kerns vereinigen (Fig. 4) — lauter Verhältnisse, welche mit den von uns bei anderen dünnen Bindegewebshäutchen geschilderten übereinstimmen. Zwischen den Zonen der Kerne sieht man am Häutchen einen ganz oberflächlichen, äusserst dünnen Anflug, wie einen Schleier, der sich durch hie und da eingestreute feine Körnchen markirt. Unter diesem leichten, durchsichtigen Schleier, welcher nur bei scharfer Einstellung hervortritt und dem feinen Häutchen zu entsprechen scheint, welches man am optischen Durchschnitt mit den Kernen sich ablösen sieht, findet man im darunterliegenden Häutchen, auch wenn man auf jede Weise sich darüber versichert hat, dass es von der Faserlage der Kapselräume isolirt ist, eine bald äusserst schwach ausgedrückte, bald etwas stärkere Andeutung einer fibrillären Differenzirung mit hauptsächlich transversaler Richtung. Diese Fibrillirung geht indessen in etwas verschiedenen Richtungen. Oben wurde schon erwähnt, dass eine solche zuweilen auch am optischen Durchschnitt der Häutchen erscheint. Ausser dieser schwach hervortretenden Fibrillirung findet man dann auch am Häutchen feine, mehr gerade und steife Fasern, welche, obwohl viel feiner, den von uns bei den Perineuralhäutchen, der Intima piæ u. s. w. beschriebenen zu entsprechen scheinen. Sie verzweigen sich oft di- und bisweilen trichotomisch, kreuzen sich, vereinigen sich hie und da in kleinen Knotenpunkten, färben sich schwach in Anilin und treten deutlicher durch Behandlung mit Essigsäure hervor.

Nicht selten sieht man an den Häutchen Lücken (Taf. XXVII Fig. 4) von wechselnder Grösse, von bald mehr länglicher, bald rundlicher Gestalt, bald mehr einzeln, bald mehr dichtstehend, in der Regel mit scharfen und ebenen Contouren. Sie ähneln den Lücken der Subarachnoidallamellen. Sie finden sich auch an solchen Häutchen, wo sonst die Kerne mit ihrer feinen Häutchenschicht vollständig erhalten sind, und besonders auf Grund ihrer scharfen Ränder könnte man glauben, dass hier Oeffnungen vorlägen, durch welche die Kapselräume mit den Spaltenräumen in offener Verbindung stehen. Andererseits (Taf. XXVII Fig. 2, 6) findet man sie aber oft vollständig von einem dünnen, feine Körnchen führenden Häutchen bedeckt, welches als die Fortsetzung des dünnen Zellenhäutchens er-

scheint, während man an anderen Stellen an ihrem Rande Kerne sieht, welche nach letzterem sich formend bisweilen mit einem kleinen häutchenähnlichen Gebräme versehen sind; hierdurch wird eben angedeutet, dass die Oeffnungen eigentlich von dem feinen Zellenhäutchen bedeckt waren, welches geborsten und weggefallen ist. Dass in der That diese Löcher während des Lebens wenigstens in der Regel überdeckt sind, scheint uns auch daraus hervorzugehen, dass man, wie bekannt, mehr oder weniger Kapseln abschälen kann, ohne dass die zurückgebliebenen zusammensinken. Ein Theil der kleineren Löcher (Taf. XXVII Fig. 8) entspricht jedenfalls ausgefallenen Kernen; ihre Lumina entsprechen vollständig der Gestalt und der Grösse der Kerne, und bisweilen sieht man einen Kern neben einem solchen Loch an einem feinen Häutchen flottiren. Auch findet man hie und da Kerne, welche solche Löcher zur Hälfte decken, übrigens aber daraus hervorschiessen. Sonst darf man die hier an den Begrenzungshäutchen geschilderten Löcher nicht mit denjenigen Löchern in der transversalen Faserlage verwechseln, welche von den beiden zur entsprechenden Kapsel gehörenden Begrenzungshäutchen bedeckt sind.

Nach Versilberung sieht man, wie Hoyer gezeigt hat, eine schöne und scharfe Endothelzellenzeichnung an den Kapseln auftreten (Taf. XXIII Fig. 3, 4, 5). Die begrenzenden Linien der Zellen sind ziemlich gerade oder schwach buchtig und umschreiben im Allgemeinen mehr oder weniger ausgeprägt sechseckige oder zuweilen rundlichere oder mehreckige Figuren. Gewöhnlich sind sie etwas mehr in einer Richtung ausgezogen und messen an der Oberfläche eines Pacinischen Körperchens im Mittel 0.032 Mm. Sie sind gewöhnlich an der Mitte des Körperchens am grössten und nehmen oft mehr nach der Spitze hin etwas an Grösse ab, werden aber, nach unserem Befunde, in der Regel ziemlich viel kleiner nach der Basis zu, wo sie z. B. an einem Körperchen nur 0.02 Mm. massen, während sie an der Mitte desselben etwa die oben angegebenen Masse hatten. Die Zellenzeichnung setzt sich, was in der That früher übersehen wurde, vom Pacinischen Körperchen direct am Perineurium seines zutretenden Nervenzweigs fort, wo sie gewöhnlich noch etwas kleiner wird als an der Basis des Körperchens. An den inneren Kapseln ist die Zeichnung, d. h. die von den Linien markirten Zellen, etwas kleiner als an den äusseren. Hoyer meinte, dass die Zellenzeichnung nur in einer einfachen Lage an jeder Kapsel vorhanden wäre. Diese Ansicht hing von seiner früheren Auffassung des Baues der Kapseln ab. In der That ist es schwer, nach der Versilberung eine Lamelle zu isoliren, an welcher man nur eine einzige Lage der Zellenzeichnung findet. Wenn man indessen eine solche trifft, so hat man eins der feinen Häutchen vor sich, welche von der Oberfläche der Kapseln sich ablösen, d. h. eins ihrer Begrenzungshäutchen. Wenn man hingegen ein solches zusammengesetztes Häutchen, das man früher für eine Kapsel ansah, nach unserer Schilderung aber aus zwei Begrenzungshäutchen angrenzender Kapseln besteht, abgetrennt hat, dann erhält man gewiss eine wenigstens doppelte Zellenzeichnung. Hat man aber eine wirkliche Kapsel mit ihrer queren Faserlage und den beiden Begrenzungshäutchen isolirt und ausgebreitet, dann erhält man ein solches Bild, wie das an der Taf. XXIII Fig. 5 wiedergegebene. Zu oberst bekommt man eine Zellenzeichnung, unter welcher die Fibrillen der queren Faserlage hervortreten; unter dieser tritt dann eine neue Zellenzeichnung am Zellenhäutchen der unteren Fläche der Kapsel hervor. Diese Bilder stimmen also auch mit der oben gegebenen Darstellung vom Bau der Kapseln überein. Hier dürfte noch hervorgehoben werden, dass wir nie an den Silberbildern eine Spur von wirklichen Lücken in der Zellenzeichnung der Begrenzungshäutchen gesehen haben.

Es bleibt noch zu beschreiben übrig, wie die Fasern der Kapselräume sich in der Flächenausbreitung zeigen, sei es dass sie zwischen den Begrenzungshäutchen eingeschlossen liegen oder frei von denselben sind. Sie können nämlich, wie mehrmals erwähnt wurde, ziemlich leicht von diesen Häutchen isolirt werden; oft werden sie sogar bei Zerzupfung der Körperchen aus den Kapselräumen in grösserer Ausdehnung herausgezogen. An den in Ueberosmiumsäure erhärteten Körperchen erscheinen sie als helle, feine, wellenförmige Fibrillen, welche leicht von einander getrennt werden und zwischen sich keine Zwischensubstanz, nur hie und da kleine Körner darbieten (Taf. XXVI Fig. 3, 5, Taf. XXVII Fig. 7, 9). Sie verlaufen, wie oft erwähnt wurde, in transversaler Richtung, weichen aber auch von derselben mehr oder weniger ab, kreuzen sich und verflechten sich mit einander. Wie sie in den Kapselräumen bündelweise stehen können, wurde schon oben beim optischen Durchschnitt beschrieben. Diese Anordnung tritt, wie die Figuren zeigen, besonders schon bei der Flächenausbreitung der Häutchen hervor. Angrenzende Bündel senden oft Faseransammlungen aus, welche vom einen Bündel zum anderen übergehen, dabei Lücken in der Faserlage umschreibend, oder es öffnen sich auch derartige Lücken innerhalb einer sonst dem Anschein nach zusammenhängenden Faserlage; diese Lücken können zwar theilweise Kunstproducte sein, aber die regelmässige Anordnung der Fasern ringsum die meisten Lücken, besonders an den ohne vorhergehende mechanische Einwirkung gut erhärteten Körperchen, beweist eben, dass sie normale Bildungen sind. Wie oben erwähnt wurde, kommt diese Anordnung

der queren Fasern vorzugsweise an der Spitze der Körperchen vor. Dass die fraglichen Lücken vollständig an beiden Seiten von den Begrenzungshäutchen der Kapseln bedeckt werden können, geht deutlich aus solchen Bildern hervor, wie dem in der Taf. XXVI Fig. 3 wiedergegebenen; auch bei der Flächenausbreitung (Taf. XXVII Fig. 6) sieht man die dünnen Häutchen sich über den Lücken ausspannen. Es scheint uns, als ob eine ganze Kapsel bisweilen ganz wie ein gefenstertes Subarachnoidalhäutchen durchbrochen sein könne; in diesem Falle wäre aber doch der eigentliche Kapselraum nicht offen, sondern die Zellenhäutchen jeder Seite schmölzen am Rande der Löcher mit einander zusammen.

Die Querfasern der Kapselräume quellen in Essigsäure wie gewöhnliche Bindegewebsfibrillen. An den in Holzessig erhärteten Körperchen erfüllen sie deswegen mehr oder weniger vollständig die Kapselräume, welche dabei entweder ganz oder mehr oder weniger bedeutend angeschwollen oder auch nur wenig dicker als normal sind, ja bisweilen sogar relativ recht dünn sein können. Diese verschiedene Anschwellung scheint von einer verschiedenen Verdünnung der Säure abzuhängen, in der Art, dass die Anschwellung grösser ist, wenn der Holzessig mehr verdünnt ist. An einem optischen Querschnitt (Taf. XXVI Fig. 4) scheint dann fast die ganze Kapsel aus einer compacten Masse zu bestehen, in welcher hie und da undeutliche und unregelmässige Zeichnungen hervortreten; letztere sind gewiss durch die angeschwollenen verschiedenen Fibrillen und Fibrillenbündel verursacht. Es ist bemerkenswerth, dass man nicht selten eine in der Mitte der Kapseln verlaufende, schwache, oft unterbrochene Linie sieht, welche auf eine Theilung der angeschwollenen Masse in zwei Hälften hindeutet. Auch in den Perineuralhäutchen haben wir ja zuweilen eine entsprechende Vertheilung der in Essigsäure angeschwollenen Fibrillen, eben in der Mitte zwischen den Begrenzungshäutchen, beobachtet. Ausserdem treten bisweilen mitten in den in Holzessig angeschwollenen Kapseln kleine glänzende Punkte oder Ringe hervor, welche nach Anilinfärbung sich oft röthlich färben. Von diesen Punkten kann man feine, etwas glänzende, central in der Kapsel verlaufende Fasern verfolgen, welche mithin in die Fibrillenlage eingebettete elastische Fibrillen sind. Besonders schön treten oft an den Holzessigpräparaten, vorzugsweise nach Anilinfärbung, an den Rändern der Fibrillenlage die Begrenzungshäutchen mit ihren in die Spaltenräume zwischen den Kapseln von beiden Seiten her einschiessenden Kernen hervor.

Diesen soeben geschilderten Bau behalten die Kapseln von der Oberfläche der Körperchen an bis zum Innenkolben. Die Kapseln, welche dem Innenkolben am Nächsten liegen, sind jedoch, wie oben bemerkt wurde, in der Regel äusserst dünn. Dies hängt davon ab, dass sie sehr wenig Flüssigkeit enthalten, und die quergehenden Fasern, wie es scheint, hier weniger zahlreich sind. Diese stehen in den Kapselräumen gewöhnlich gleichmässig vertheilt und wenig getrennt in einer einfachen Reihe, was man indessen auch sonst hie und da in weiter nach aussen befindlichen Kapseln finden kann. Die innersten Kapseln, in einer Anzahl von 8, 10 bis 12, haben durch die erwähnte Beschaffenheit mehr den Bau gewöhnlicher Perineuralhäutchen behalten; die innersten Kapseln sind ja auch in der That, ebenso wie sämmtliche Kapseln, nichts Anderes als Perineuralhäutchen, obwohl diese Häutchen oder Lamellen in den äusseren Kapseln mehr modificirt sind. Uebrigens wechseln auch die inneren Kapseln nicht unbedeutend an Dicke, theils, wie es scheint, in Folge von verschiedener Behandlung, theils auch auf Grund verschiedener Beschaffenheit bei den einzelnen Körperchen oder sogar bei verschiedenen Individuen. Die Kapseln nehmen ja auch nicht gleichmässig nach aussen an Dicke zu; oft findet man (Taf. XXIV Fig. 1, Taf. XXV Fig. 3, 4), dass einer Anzahl dickerer, weit hinein liegender Kapseln nach aussen hin eine Reihe dünnerer folgt u. s. w. Dass indessen Druck und im Allgemeinen mechanische Einwirkungen hierbei eine nicht unwichtige Rolle spielen können, mag immer berücksichtigt werden.

Wir werden jetzt zu dem Verhalten der Kapseln an der Basis um den eintretenden Nerven sowie zu deren Zusammenhang mit dem Perineurium des letzteren übergehen. Wir müssen dabei zuerst die nächste Umgebung der Nervenfaser, von ihrem Eintritt in das Pacinische Körperchen bis zum Anfang des Innenkolbens, berücksichtigen. Man findet hier zunächst an der myelinhaltigen Nervenfaser als ihre besondere Umgebung eine Fibrillenscheide von derselben Art, wie wir sie vorher um die einzelnen Nervenfasern, auch in den Hauptstämmen, kennen gelernt haben. Diese Fibrillenscheide (Taf. XXIII Fig. 1; Taf. XXIV Fig. 1 *Fs*, Fig. 2 *Fs*, Fig. 3 *Fs*; Taf. XXIX Fig. 3 *Fs*), welche nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure einen gewissen Glanz besitzt, besteht aus gewöhnlich schwach wellenförmigen, etwas glänzenden Fasern von concentrischer Anordnung. Sie ist eine Fortsetzung der Fibrillenscheide des zum Pacinischen Körperchen tretenden Nervenästchens. An frischen unerhärteten Präparaten ist diese Fibrillenscheide schwer wahrzunehmen; in Essigsäure und Holzessig wird sie so durchsichtig, dass sie vollständig übersehen wird

und man sogar glauben kann, es sei hier ein weiter Canal vorhanden. Diese Fibrillenscheide nimmt nun in keinerlei Weise an der Bildung der Kapseln der Pacinischen Körperchen Antheil.

Was nun aber die Kapseln betrifft, so findet man, dass die dem Innenkolben am nächsten liegenden, eine nach der anderen, dieser Umhüllung immer folgen und mit geringer Modification ihres Baues und Aussehens röhrenförmig bis zum Stiel fortlaufen, wo sie sich als die innersten Perineuralhäutchen fortsetzen; sie werden dünner, die Anzahl der Fasern in ihnen wird vermindert, ihre Begrenzungshäutchen nähern sich und verbinden sich mit einander, wodurch die Kapseln also zu der gewöhnlichen Beschaffenheit der Perineuralhäutchen reducirt werden und danach als solche, das eine ausserhalb des anderen, am Stiel weiter verlaufen. Oft geschieht das Dünnerwerden ganz plötzlich, so dass die Kapselräume gleichsam gleichzeitig mit abgerundeten Enden aufhören, und ihre Begrenzungshäutchen schliessen sich dann plötzlich zusammen, wonach sie nach aussen fortlaufen. Sehr oft sieht man (Taf. XXIV Fig. 2), dass die Häutchen, nachdem sie sich einmal zusammengeschlossen haben, wieder von einander weichen und zwischen sich von Neuem ein Bündel von Querfasern aufnehmen, ganz wie es oben an den Kapseln des eigentlichen Pacinischen Körperchens geschildert wurde. Derartige Anschwellungen und das Aufnehmen von neuen Faserbündeln können abwechselnd mit zusammengezogenen Partien mehrmals in einer und derselben Kapsel vorkommen, bevor sie für immer zur Dünnheit und Gleichmässigkeit eines Perineuralhäutchens übergeht; aber noch weit am Stiele hinab sieht man an den Perineuralhäutchen, wie auch anderwärts, ähnliche, obwohl weniger bedeutende ungleichmässige Einlagerungen von Querfasern. In der beschriebenen Weise wächst indessen immer mehr gegen den Nerveneintritt zu die Anzahl der von den Kapseln um den Nerven gebildeten Röhren; zuletzt stossen auch die äussersten Kapseln am Nerveneintritt hinzu, welcher eben durch die erwähnten Verhältnisse keineswegs immer scharf bezeichnet ist. Die zu Perineuralscheiden gewordenen Kapseln laufen nun am Stiele weiter fort; sie werden hierbei allmählig weniger zahlreich, dadurch dass sie mit einander verschmelzen. Diese Verschmelzung scheint auf dieselbe Weise stattzufinden, in der die Subarachnoidallamellen unter sich oder mit der Arachnoidea verschmelzen. Nicht selten scheint die Vereinigung bei oder bald nach dem Dünnerwerden der Kapseln und ihrem Uebergang in Perineuralscheiden (Taf. XXIV Fig. 3) zu geschehen. Die Verschmelzung setzt sich dann weiter am Stiel fort, beim Menschen aber im Allgemeinen ziemlich langsam, so dass der Nervenzweig an seinem Eintritt in das Pacinische Körperchen eine sehr grosse Menge von Häutchen besitzt. Die grösste Anzahl von Kapseln in einem normal ausgebildeten Pacinischen Körperchen des Menschen ist etwa 60, die kleinste aber 30. Am Stiele ist es schwer die Häutchen mit voller Genauigkeit zu zählen, besonders deswegen, weil man, um dieselben dort recht deutlich zu erhalten, gewöhnlich zuerst eine grössere oder geringere Anzahl abschälen muss; sicher ist es aber, dass sie anfangs nicht viel geringer als diejenige der Kapseln ist. Wenn man die Kapseln vom Pacinischen Körperchen abschält, kann man in Zusammenhang mit ihnen mit grosser Leichtigkeit ihre röhrenförmigen perineuralen Fortsetzungen den Stiel hinab ablösen und sie dabei mit der Innenseite nach aussen gekehrt erhalten, in derselben Weise wie wenn man die Finger eines Handschuhs einwärts kehrt.

In Folge der geschilderten Verhältnisse beim Uebergang der Kapseln in Perineuralhäutchen rings um den Nerven in der Basis der Pacinischen Körperchen entsteht dort, besonders bei Untersuchung derselben im frischen Zustande, eine Menge von Bildern, welche manche schiefe Ansichten veranlasst haben. Im Allgemeinen kommt man bei dieser Untersuchung im frischen Zustand nicht ins Reine; durch Diffusion und Anschwellung entstehen besonders an diesem Ort missleitende Bilder, wobei hinzukommt, dass die Perineuralscheiden sich dabei in der Regel nicht differenziren. Oft erscheinen sie nur als eine körnige Masse, welche, wie die geschichtliche Darstellung lehrt, sogar für einen Canal genommen wurde, an dessen Wand die sogenannten Kapseln sich befestigen sollten. Das quere Ende der Kapselräume, besonders wenn sie durch Diffusion angeschwollen sind, und noch mehr die erneuten Erweiterungen der Kapseln, nachdem sie schon einmal sich verschmälert haben, gaben auch zu manchen mehr oder weniger unzutreffenden Deutungen Veranlassung.

Das zum Stiel des Pacinischen Körperchens werdende Nervenästchen ist ganz in derselben Weise gebaut, wie oben bei der Darstellung der Aestchen der cerebrospinalen Nerven beschrieben wurde. Es besteht in der Regel aus einer Nervenfaser, welche um ihren Axencylinder eine Myelin- und eine Schwannsche Scheide besitzt; an letzterer sind in gewissen Abständen Einschnürungen vorhanden, bei welchen die Myelinscheide unterbrochen ist; zwischen den Einschnürungen liegt an der Innenseite der Schwannschen Scheide je ein von Protoplasma umgebener Kern. Gewöhnlich findet sich eben eine Strecke vor dem Eintritt der Nervenfaser ins Körperchen ein solcher Kern. Die Nervenfaser wird von der schon erwähnten, im Ganzen stark entwickelten Fibrillenscheide (Taf. XXIX Fig. 8 *Fs*)

umschlossen. Ausserhalb der letzteren findet sich das Perineurium, welches, wie ebenfalls erwähnt wurde, aus mehrfachen Lamellen zusammengesetzt ist; diese Lamellen sind ganz in derselben Weise gebaut, wie oben bei den cerebrospinalen Nerven dargestellt worden ist; die von den Häutchenzellenschichten eingeschlossenen Fibrillenbündel verlaufen oft in getrennten Partien, so dass der optische Durchschnitt (Taf. XXIX Fig. 8 *P*) einer solchen Lamelle perlschnurartig erscheint. Statt einer Nervenfaser können aber nun zuweilen auch zwei (Taf. XXIX Fig. 6) durch dasselbe Nervenästchen ins Körperchen eintreten. In einem solchen Falle zeigen die Scheiden keine Besonderheiten.

Der Innenkolben.

Der Innenkolben wird, wie erwähnt, durch die peripherische Fortsetzung der die Nervenfaser im Stiele umgebenden Fibrillenscheide gebildet. Diese Scheide, welche das gewöhnliche, streifig-fibrilläre und glänzende Aussehen hat, verschmälert sich etwas vor ihrem Uebergang in den Innenkolben, um sich gleich nachher schnell und bedeutend zu erweitern und ein ganz verändertes Aussehen anzunehmen. Von dieser Erweiterung an rechnet man am besten den Anfang des Innenkolbens. Der in dieser Weise entstandene Innenkolben läuft dann, wie bekannt, längs der Axe des Pacinischen Körperchens gegen deren Spitze fort. Er ist oft in seinem Verlaufe ganz gerade, oft bildet er aber auch kleinere oder grössere Buchten und Biegungen; besonders oft ist sein peripherisches Ende gebogen, nicht selten sogar so stark, dass dieses, wie Herbst u. A. geschildert haben, eine Strecke nach rückwärts, der Längenrichtung des Innenkolbens parallel, zieht. Die Breite des Innenkolbens wechselt etwas, beträgt aber im Mittel etwa 0.03 Mm. Seiner Form nach ist er im Allgemeinen cylindrisch, mit ziemlich parallelen Längscontouren. Im frischen Zustande hat er ein homogenes, durchsichtiges, glänzendes Aussehen und könnte dann sogar leicht, wie von manchen Histologen gethan ist, für einen von einer Flüssigkeit erfüllten Canal gehalten werden. Auch in Holzessig erhält er eine homogene, durchsichtige Beschaffenheit und ähnelt dabei recht sehr einem Canale. Durch Ueberosmiumsäure wird er hingegen bedeutend dunkler und unterscheidet sich schon dadurch von der Fibrillenscheide der Nervenfaser, welche durch Ueberosmiumsäure nicht mehr als fibrilläres Bindegewebe im Allgemeinen gefärbt wird. Er erhält ausserdem durch diese Säure ein feinkörniges, fast etwas »protoplasmatisches» Aussehen und es wird in ihm eine, obwohl nicht immer deutliche, feine Längsstreifung wahrgenommen; hie und da sieht man auch zwischen diesen Streifen eine Andeutung von längsgehenden Spaltungen. Nach der Erhärtung in Ueberosmiumsäure ist der Innenkolben seiner Consistenz nach ziemlich brüchig und wird leicht quer oder schief abgebrochen; der Länge nach gelang es uns zwar nicht denselben zu zertheilen, diese Manipulation bietet aber auch nicht wenig Schwierigkeiten. Zuweilen kann man indessen an den quer abgerissenen Stücken sehen, wie die Masse gleichsam in eine Menge abgebrochener, obwohl nicht scharf differenzirter Fibrillen ausläuft; zuweilen zerfällt er aber nur in ganz unregelmässige Stückchen, welche erstarrten Protoplasmaklumpen nicht unähnlich sind. Durch Goldchlorid färbt sich der Innenkolben stark violett, aber weder durch diese Behandlungsmethode noch durch die übrigen ist es uns gelungen, die eigentliche feinere Structur desselben endgültig herauszufinden. Auf Grund der angeführten Verhältnisse lässt sich jedoch annehmen, dass er aus einem Gewebe besteht, in welchem eine Anordnung in Fibrillen mehr oder weniger angedeutet ist, und sogar in concentrische Schichten; diese fibrilläre Differenzirung ist aber hier in einem so wenig ausgeprägten Stadium geblieben, dass sie oft kaum wahrzunehmen ist; ihre Substanz hat vielmehr ein mehr homogenes, oder feinkörniges Aussehen. Nie konnten wir finden, dass in seine Zusammensetzung etwaige andere histologisch getrennte Gewebsbestandtheile eingingen. Bisweilen schien es uns indessen, als ob in seiner Substanz einige wenige zerstreute Kerne vorhanden wären; immer war es aber in solchen Fällen sehr schwer zu entscheiden, ob dieselben nicht der angrenzenden Hülle angehörten. Von aussen wird er nämlich von einem dünnen Zellenhäutchen mit ovalen, oft ziemlich dicht liegenden Kernen eng umschlossen (Taf. XXVIII Fig. 3). Dieses Häutchen, welches von den inneren, dünnen, dicht stehenden Kapsellamellen umgeben ist, tritt oft ganz scharf und mit etwas stärkerem Glanz als letztere hervor. In seiner Mitte enthält der Innenkolben die bald näher zu beschreibende Nervenfaser und ihre Zweige; bisweilen wird er auch quer oder schief von sehr feinen Nervenfaserzweigen durchkreuzt (Taf. XXVIII Fig. 1, 2).

Sowohl an Holzessig- als an Osmiumpräparaten kann man nicht selten, besonders wenn man die Spitze des Körperchens abgeschnitten hat, durch Ziehen vom Stiele her aus dem Körperchen den Innenkolben herauslösen, wobei er entweder nur von seinem eigenen Zellenhäutchen oder noch von einigen der nächsten Kapselhäutchen eingeschlossen ist; aber auch in solchen Fällen, in welchen er übrigens oft etwas gedehnt wird, gelingt es nicht eine weitere Structur an ihm zu finden (Taf. XXVIII).

Mit dem geschilderten Aussehen verläuft der Innenkolben bis zur peripherischen Endigung des Nerven; weil indessen die letztere in verschiedenen Fällen in grösserer oder geringerer Entfernung vom Eintritt des Nerven aus dem Stiele sich befindet, kann auch jene Beschaffenheit des Innenkolbens eine verschiedene Ausdehnung besitzen. Nachdem er oft um das Endorgan der Nervenfaser eine eigenthümliche, unten näher zu besprechende Kapsel (Taf. XXVIII Fig. 3) gebildet hat, verändert er sein Aussehen. Er nimmt nämlich, nachdem er sich etwas verschmälert hat, die entschieden fibrilläre Structur wieder an, welche er vorher im Stiele als die Fibrillenscheide der Nervenfaser besass, und verläuft als ein mehr oder weniger, oft stark wellenförmig gebuchteter Bindegewebsstrang mit scharf ausgeprägten, parallelen, glänzenden, in Ueberosmiumsäure schwach sich färbenden Fibrillen. Diese peripherische Verlängerung (Taf. XXVIII Fig. 1, 4, 5) des Innenkolbens liegt in eine dünne Zellenscheide eingeschlossen, welche offenbar eine Fortsetzung der Zellenscheide des Innenkolbens ist, und rings um dieselbe befinden sich, wie um den Innenkolben selbst, die inneren, dichtstehenden Kapseln. Die fibrilläre (ligamentöse) Fortsetzung ist indessen von verschiedener Länge; bisweilen ist sie äusserst kurz, wenn nämlich die Nevenendigungen weit vorn gegen die Spitze des Pacinischen Körperchens hin liegen; bisweilen ist sie hingegen sehr lang, wenn die Nervenfaser in der Nähe ihres Eintritts ins Körperchen endigt. Oft bildet sie ungefähr das Viertel der Länge des Innenkolbens. Diese fibrilläre Verlängerung scheint zuweilen vorn abgerundet zu endigen; dabei biegt sie sich aber um und läuft, allmählig sich verdünnend, eine Strecke in derselben Richtung zurück (Taf. XXVIII Fig. 5); dann endigt entweder ihre Zellenscheide mit etwas conisch zugespitztem Gipfel, oder man sieht auch, dass letzterer als ein schmales Zellenrohr zum folgenden Kapselhäutchen fortläuft und danach, verstärkt durch die folgenden, ihm auch tubulär sich anschliessenden Kapseln, als ein feiner Strang eine Strecke gegen die Spitze des Körperchens hin sich fortsetzt. Zuweilen, und dies findet öfters statt, geht nur ein Theil von der fibrillären Verlängerung des Innenkolbens in derselben Richtung zurück, während ein anderer Theil als ein scharf contourirter, gewöhnlich gelblich glänzender, mehr oder weniger schmaler Bindegewebsstrang, als ein wirkliches »Ligamentum intercapsulare«, in der Richtung des Gipfels fortläuft; oder endlich, und dies sei als das gewöhnlichste Verhalten hervorgehoben, geht der ganze Strang zwar verschmälert, aber ungetheilt als ein solches Ligamentum intercapsulare nach dem Gipfel hin. Bei diesem Verlaufe durchbohrt er sein eigenes Zellenhäutchen und dann eine Anzahl der nächst folgenden Kapseln; dies geschieht in der Weise, dass die Begrenzungshäutchen der letzteren conische, gegen den Gipfel des Körperchens hin ziehende Fortsetzungen um ihn bilden und sich ihm zuletzt innig anlegen. Die Kapseln werden in der Nähe des Ligamentes dicker, welches von einer bedeutenden Vehrmehrung ihrer intracapsulären Fibrillenlage (Taf. XXIII Fig. 1; Taf. XXV Fig. 1, 2; Taf. XXVIII Fig. 5) herrührt. Ausserdem findet man, dass die Kerne der Zellenhäutchen in reichlicherer Anzahl neben dem Ligament vorhanden sind. Die Kapseln stehen hier gewöhnlich dicht neben einander; ihr Verhalten zum Ligament kann indessen wahrgenommen werden, wenn man durch Dehnung des Gipfels das Ligament spannt und die Kapseln etwas von einander entfernt. Zuweilen birst dann das Ligament; oft kehren sich dabei die conischen Fortsetzungen der Kapseln gleichsam einwärts in sich selbst und erscheinen als conische Fortsetzungen in entgegengesetzter Richtung. Besonders oft findet man hier an den Kapselhäutchen, sowohl um die fibrilläre Verlängerung des Innenkolbens als um das Ligament selbst, circuläre Einschnürungen; sie werden, wie die oben beschriebenen Einschnürungen der Kapseln, durch transversal angeordnete Fibrillen in den Begrenzungshäutchen gebildet (Taf. XXVIII Fig. 5).

Nachdem also das Ligament eine Anzahl von Häutchen durchbohrt und dieselben an sich vereinigt hat, verschmälert es sich, oft sogar schnell, indem es dem Anschein nach einen Theil seiner Fasern den Kapseln abgiebt; zuweilen scheinen eine oder mehrere sehr feine Fasern durch einige der folgenden Kapseln fortzulaufen; zuletzt sieht man keine weitere Spur des eigentlichen Ligaments, sondern eine grössere Anzahl der äusseren Kapseln geht bogenförmig, eine ausserhalb der anderen, um den Gipfel herum. Sie haben jedoch in der Regel auch hier eine Vereinigung unter einander, welche wahrgenommen wird, wenn man mit Nadeln sie zu trennen sucht oder einige von ihnen einwärts kehrt. Man sieht dann theils feinere Stränge von mehr fibrillärem Aussehen, theils, und öfter, gröbere Partien, welche die Beschaffenheit von Zellenhäutchen mit in ihnen liegenden Kernen darbieten; diese verbinden also

gewöhnlich am Gipfel die äusseren Kapseln mit einander. Es mag erwähnt werden, dass, da der ganze Gipfel oft seitwärts gebogen ist, das Ligament und die Verbindungen der Kapseln auch dieser Biegung folgen.

Nicht selten senkt sich indessen vom Gipfel her ein feines Blutgefäss eine weite Strecke ins Körperchen hinab und begegnet dem Ligament, um dann in einer queren Schlinge denselben Weg zurückzukehren (Taf. XXV Fig. 1 *Bl*). Das Ligament schliesst sich dann dieser Gefässschlinge an, und die Kapseln legen sich ihr in derselben Weise an wie sonst dem Ligament, nämlich mit tubulären, conisch zugespitzten Verlängerungen.

3. Der Nerv.

Nach dieser Schilderung des Innenkolbens haben wir noch des Nerven selbst zu gedenken. Von den oben beschriebenen Häutchen — dem Perineurium und der Fibrillenscheide — umschlossen, geht die in der Regel einfache Nervenfaser in der Mitte des Stiels ins Pacinische Körperchen hinein. Sie besteht, wie in dem zutretenden Nervenästchen, auch fortwährend im Stiel aus dem Axencylinder, der ihn umgebenden Myelinscheide und der dünnen, diese gewöhnlich dicht umschliessenden und deswegen in der Regel nicht besonders deutlich wahrnehmbaren Schwannschen Scheide (Taf. XXIII Fig. 1; Taf. XXIV Fig. 1—3; Taf. XXVIII Fig. 2; Taf. XXIX Fig. 2, 3). Diese Beschaffenheit behält nun die Nervenfaser bis zu ihrem Eintritt in den Innenkolben. Hier oder bald danach giebt sie, wie bekannt, gewöhnlich ihre Myelinscheide ab und zwar oft in einem ganz queren Absatz; letzterer scheint seiner Lage nach sogar einer Einschnürung zu entsprechen. Der Axencylinder, welcher nunmehr den Namen »Terminalfaser» trägt, setzt seinen Verlauf (Taf. XXIII Fig. 1; Taf. XXIV Fig. 1; Taf. XXVIII Fig. 1—5; Taf. XXIX Fig. 1—3) durch den Innenkolben, gewöhnlich in dessen Mitte, fort; die Faser ist dabei anfangs oft sehr schmal, bisweilen recht schwer wahrzunehmen; sie hat hier gewöhnlich sogar eine sehr schwach doppeltcontourirte Scheide, die möglicherweise eine äusserst dünne Fortsetzung der inneren Schicht der Myelinscheide oder richtiger des dünnen feinkörnigen Anflugs ist, welchen man an peripherischen Nervenfasern nicht selten zwischen der Myelinscheide und dem Axencylinder wahrnimmt. Die Fortsetzung der Schwannschen Scheide beim Uebergang der markhaltigen Nervenfaser in die Terminalfaser vermochten wir trotz vielfachen Bemühens nicht zu sehen. Gewöhnlich findet man an der Terminalfaser schon im Anfang ihres Verlaufes eine deutliche feine Längsstreifung. Bald erweitert sich dann die Faser und zwar oft zu ihrer doppelten Breite. Sie tritt nunmehr deutlicher hervor und ist nicht schwer zu verfolgen, sowohl an frischen Präparaten als den mit Ueberosmiumsäure behandelten und nicht selten auch an den in Holzessig aufbewahrten. An den frischen Präparaten geht sie als ein heller, längsgestreifter Strang längs der Mitte des Innenkolbens gegen sein peripherisches Ende hin. In der Ueberosmiumsäure wird sie ein wenig dunkler; in Holzessig homogener, schwach glänzend. Ihre Ränder sind nicht immer unter einander parallel, sondern die Faser zeigt hie und da Erweiterungen und schmälere Partien, macht stellenweise kleine Ausbuchtungen, ist im Allgemeinen ziemlich cylindrisch oder oval am Querschnitt, erscheint aber hie und da eine Strecke weit mehr abgeplattet. Sie zeigt gewöhnlich in ihrem ganzen Verlauf die erwähnte feine Längsstreifung mit mehr oder weniger deutlich verfolgbaren, dunkleren Streifen; diese Streifen gehen unter einander und mit den äusseren Contouren der Faser selbst ziemlich parallel; hie und da tritt der eine oder andere Streifen schärfer als die übrigen hervor. Diese dunkleren Streifen erscheinen als Grenzen feiner, etwas hellerer Fibrillen. An dem wirklichen sowohl, als an dem optischen Querschnitt sieht man diese Fibrillen als dichtstehende, feine, rundliche, punktförmige, dunklere Figuren von verschiedener Anzahl; einige Mal zählten wir von denselben etwa 40—50. Die Ränder der Terminalfaser erscheinen auch in deren späterem Verlaufe oft etwas, bald mehr, bald weniger, doppeltcontourirt und etwas glänzend; dies ist, wie oben vom Anfangstheil erwähnt wurde, die Folge vom Vorhandensein einer Substanz, welche die Faser scheidenförmig umschliesst; dieselbe kommt in sehr verschiedener Menge vor, ist zuweilen kaum wahrnehmbar, zuweilen ganz reichlich, oft zu Klumpen angesammelt, so dass sie kleine knotige oder zackige Auswüchse am Rande der Faser bildet. Eine andere (Schwannsche) Scheide findet man auch im späteren Verlaufe in gewöhnlichen Fällen weder an frischen, noch an Osmium-, Holzessig- oder Chromsäurepräparaten u. s. w. Einigemal haben wir indessen an Holzessigpräparaten eine dünne scheidenähnliche, hie und da kernführende Bildung sich von der Faser abtrennen gesehen; in den meisten Fällen fanden wir aber keine Spur davon.

Bisweilen tritt, wie schon Henle—Kölliker angegeben haben, eine scharfe und deutliche, doppeltcontourirte Myelinscheide in einer längeren oder kürzeren Strecke während des Verlaufs der Faser durch den Innenkolben auf (Taf. XXIX Fig. 5); sie steht dann von der Faser weit getrennt ab. Bisweilen kann sogar eine dicke, nur stellenweise etwas unterbrochene Myelinscheide in dieser Weise die Faser während ihres Verlaufs ganz bis zur Nähe ihres Endorgans begleiten.

Zuweilen geht nun die Terminalfaser durch den Innenkolben einfach und ungetheilt ganz bis zu ihrer Endigung in der Nähe des Gipfels des Pacinischen Körperchens fort. Dies ist die einfachste Art ihres Verlaufs; sie scheint aber beim Menschen nur mehr ausnahmsweise vorzukommen. Aeusserst häufig bietet sie dagegen verschiedene Variationen dar; diese Variationen sind zahlreich und kommen so oft vor, dass es kaum möglich ist, eine Form derselben als die eigentlich normale anzugeben. Einige dieser Variationen sind in der Taf. XXVIII Fig. 1—5 und Taf. XXIX Fig. 1—3 wiedergegeben. Für die Beschreibung scheint es am besten zu sein als Typus die zuerst erwähnte Form aufzustellen, wo die Faser einfach und ungetheilt bis gegen den Gipfel des Körperchens verläuft und hier mit einem einzigen Endorgan versehen ist; die übrigen Formen lassen sich von dieser leicht ableiten. Bisweilen reicht aber die Faser nicht so weit hin, sondern endigt mit ihrer Endknospe schon in der Mitte des Innenkolbens oder sogar in seinem Anfang. Bisweilen läuft sie nach vorn gegen das Ende des Innenkolbens, biegt sich aber dann um und geht eine kürzere oder längere Strecke in derselben Richtung durch den Innenkolben zurück, bis sie in ihrer Endknospe endigt. Dies Umbiegen und Zurücklaufen kann aber auch früher, z. B. in der Mitte, ja sogar im Anfang des Innenkolbens bald nach ihrem Eintritt in denselben stattfinden. Eben bei einer solchen Umbiegung kann man am besten den optischen Querschnitt der Terminalfaser beobachten; dann sieht man nämlich, dass dieser eine runde oder ovale Form hat und man findet auch in der Regel die erwähnte Zusammensetzung aus feinen körnchenähnlichen glänzenden Pünktchen, welche offenbar die Querschnitte der die Faser bildenden Fibrillen darstellen. Viel öfter als diese nun geschilderte ungetheilte Form kommt indessen, wie angedeutet wurde, eine Theilung der Terminalfaser vor. Diese Theilung kann früher oder später stattfinden, bald sogleich im Anfang des Innenkolbens, bald weiter nach vorn, z. B. in der Mitte seiner Länge, am gewöhnlichsten aber geschieht sie in der Nähe der Endorgane. Die Faser theilt sich dabei in zwei Zweige, welche sich zuweilen noch weiter dichotomisch verzweigen. Die Zweige sind bald von gleicher, bald von verschiedener Dicke unter einander; sie zeigen dieselbe fibrilläre Längsstreifung, dieselbe Scheide u. s. w. wie die ungetheilte Terminalfaser und erscheinen im optischen Querschnitt als letzterer vollkommen ähnlich, indem dieser rund oder oval ist und aus feinen Pünktchen als Andeutung der Zusammensetzung aus Fibrillen besteht. Die Zweige verlaufen in grösserem oder kleinerem Abstand von einander, sich bald mehr nähernd, bald von einander sich mehr entfernend, durch den Innenkolben gegen das peripherische Ende des Körperchens hin, um dann je mit einem besonderen Endorgan zu endigen. Gewöhnlich sind diese Zweige von verschiedener Länge, so dass einer oder einige derselben mit ihren Endorganen früher, z. B. oft im Anfang oder gegen die Mitte des Innenkolbens hin, endigen. Oft gehen sie auch, besonders wenn die Theilung spät stattfindet, zusammen gegen das Ende des Innenkolbens hin und tragen ihre Endorgane in der Nähe von einander. Sehr oft nähern sich die Zweige den äusseren Partien des Innenkolbens und bekommen dort ihre Endorgane; dies findet bei den Zweigen sowohl im Anfang, als im übrigen Theile des Innenkolbens statt. Bisweilen biegen sich ein oder mehrere Zweige um und verlaufen in einer kürzeren oder längeren Strecke durch den Innenkolben recurrent zu ihren Endorganen. Bisweilen endigen sogar alle Zweige schon im Anfang des Innenkolbens.

Allein, ausser den jetzt geschilderten Zweigen, welche ihrem Baue nach im Allgemeinen der ungetheilten Terminalfaser ähnlich sind, findet sich oft eine Art von Zweigen, welche etwas mehr von jenen abweicht. Diese letzteren (Taf. XXVIII Fig. 1, 2) sind viel feiner und schmäler als die übrigen und zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie gewöhnlich nur je aus einer einzigen — bisweilen aber aus einem Paar — hellglänzenden, feinen, gleichbreiten Faser bestehen, welche in der Regel ohne Schwierigkeit in ihrem ganzen Verlauf verfolgt werden kann und von einer Art Scheide umgeben ist, welche im Verhältniss zur Dicke der Faser und noch mehr zu derjenigen der erwähnten Terminalfaserscheide sehr bedeutend ist. Diese Scheide ist etwas glänzend, wird durch Ueberosmiumsäure dunkler, schwarzgrau und erscheint varikös oder rosenkranzähnlich, d. h. sie hat abwechselnd dickere und schmälere Partien. Zuweilen theilen sich diese Zweige in ein Paar von derselben Beschaffenheit, indem sie eine Faser abgeben, von welchen auch jede von der eben beschriebenen, varikösen Scheide begleitet wird. Diese feineren Zweige, deren Fasern eine mehr oder weniger directe Fortsetzung der in der Terminalfaser angedeuteten Fibrillen zu sein scheinen, die aber in diesen Zweigen mehr Selbständigkeit erlangt haben, kommen nicht selten am Anfang

der Terminalfaser, aber auch weiter nach vorn in ihrem Verlaufe vor. Bisweilen findet sich nur ein einziger oder ein Paar von solchen Zweigen; bisweilen sind sie zahlreich in einem Pacinischen Körperchen vorhanden; bald sind sie mehr gruppenweise am Anfang der Terminalfaser gesammelt, bald hie und da in der Fortsetzung derselben. Der Verlauf dieser Zweige ist fast noch unregelmässiger als der der anderen dickeren Zweige, indem sie gewöhnlich den Innenkolben in verschiedenen Richtungen, oft auch recurrent durchlaufen; dabei kreuzen sie bisweilen den Verlauf der Terminalfaser oder winden sich sogar in einer kurzen Spirale um dieselbe, während die Terminalfaser selbst ihren Verlauf, wie gewöhnlich, gerade nach vorn fortsetzt. Zuweilen gehen sie sogar ziemlich quer nach den äusseren Theilen des Innenkolbens. Die eben beschriebenen feineren Zweige kommen auch neben den gröberen Zweigen vor. Die feinen Zweige endigen auch immer mit kleinen Endorganen von derselben Beschaffenheit wie die der übrigen Zweige.

Bei Besprechung der Terminalfaser mag erwähnt werden, dass in dem Falle, wenn zwei markhaltige Nervenfasern in den Innenkolben eintreten, sich beide in derselben Weise verhalten, als wenn nur eine vorhanden ist, d. h. sie geben in der Regel ihre Myelinscheide (Taf. XXIX Fig. 6) bald ab, entweder ungefähr gleichzeitig oder an etwas verschiedenen Stellen; ferner verschmälern sie sich und erweitern sich wieder, bekommen ein längsgestreiftes (fibrilläres) Aussehen, sind von einer dünnen körnig-glänzenden Hülle umgeben und gehen, ein wenig von einander getrennt, durch den Innenkolben hindurch gegen den Gipfel des Pacinischen Körperchens hin, wobei sie entweder beide einfach oder beide verzweigt, oder auch die eine einfach, die andere verzweigt ist. Sie endigen gewöhnlich an verschiedenen Stellen des Innenkolbens, die eine oft im Anfang oder in der Mitte desselben, die andere näher an seinem peripherischen Ende, mit Endorganen von ganz derselben Beschaffenheit, wie die der einzeln im Pacinischen Körperchen vorhandenen Nervenfasern.

Die Terminalfaser sowie alle ihre Zweige endigen nun constant in je einem eigenthümlichen Endorgan. Diese Endorgane, welche wir »Endknospen« genannt haben, scheinen alle denselben Bau zu haben; sie sind aber von bedeutend wechselnder Grösse, Gestalt und Lage (Taf. XXIII Fig. 1; Taf. XXVIII Fig. 1—5; Taf. XXIX Fig. 1, 2, 3 *E*). Die Grösse scheint im Allgemeinen der Dicke der zu ihnen tretenden Nervenfaser oder des Nervenfaserzweiges angepasst zu sein; dies ist indessen nicht ganz constant, so dass man zuweilen feine Fasern mit recht grossen Endknospen versehen findet, zuweilen auch dicke Terminalfasern mit verhältnissmässig kleinen. Die Lage hängt von der Länge und dem Verlauf der betreffenden Terminalfaser und ihrer Zweige ab und zeigt deswegen dieselben Abwechselungen, welche eben mit Hinsicht auf jene beschrieben wurden. Sie liegen also bald nur im Anfang des Innenkolbens, bald nur weiter nach vorn gegen seine Mitte oder sein Ende hin, zuweilen aber längs seines ganzen Verlaufs. Bald liegen sie hie und da mehr einzeln zerstreut, bald auch gruppenweise. Eine solche Anordnung in Gruppen kommt besonders oft vor, wenn die Endknospen gegen das Ende des Innenkolbens hin sich befinden; sie findet aber auch nicht selten anderswo statt.

Die Gestalt der Endknospen ist in hohem Grade wechselnd. Bald sitzen sie als rundliche Kugeln (Taf. XXIX Fig. 1; Taf. XXVIII Fig. 1, 2 etc.), bald als Birnen an den Enden der Terminalfaser und ihrer Zweige, bald haben sie eine mehr ovale Form, mit der Längsaxe entweder in derselben Richtung wie die Nervenfaser oder mit ihr einen Winkel bildend. Bald sitzen sie als Pilzhütchen oder Klümpchen (Taf. XXVIII Fig. 1—3, 5; Taf. XXIX Fig. 2, 3) an der Faser und ihren Zweigen. Bald ähneln sie einer Aehre der Typha (Taf. XXVIII Fig. 4), in welcher die Faser entweder endigt oder durch die sie auch nur hindurchläuft, um in einer anderen Knospe zu endigen. Bald sitzen sie als grössere oder kleinere Knötchen ohne Stiele hie und da an den Seiten der Terminalfaser. In der Regel sind sie ihrer Form nach nicht ganz regelmässig, sondern etwas höckerig und uneben an ihrer Oberfläche, gleichsam in kleine, unvollständig abgegrenzte Lappen getheilt. Die Endknospen selbst bestehen aus einer, in frischem Zustande hellglänzenden, schwachkörnigen, in Ueberosmiumsäure sich dunkel olivengrau färbenden, deutlich dunkelkörnigen Substanz. Diese hat ungefähr das Aussehen des Protoplasma einer Ganglienzelle; sie ist aber mehr ungleichmässig angeordnet, mit dunkleren und helleren Partien. Eine solche kernähnliche Bildung, wie sie von verschiedenen Histologen angegeben wird, findet sich darin nicht. In Holzessig wird sie scharf glänzend und lichtbrechend und zeigt oft eine ausgeprägte Eintheilung in Lappen. In Ueberosmiumsäure tritt indessen die körnige Beschaffenheit zuweilen nicht scharf hervor, sondern die Masse ist dann mehr homogen, wird aber dadurch immer bei hinreichender Erhärtung olivengrau oder gelblichgrau gefärbt. Die erwähnten Unregelmässigkeiten in der Substanz der Endknospen scheinen in der Regel von einer Eintheilung derselben in kleine, rundliche Partien, Globulen, herzurühren (Taf. XXVIII Fig. 1, 3; Taf. XXIX Fig. 2 *E*), indem die Grenzen der Globulen wie dunklere, breite, unbestimmte Linien mit einer helleren

Partie in der Mitte hervortreten. Diese hellere Partie sieht man hie und da aus einer feinen, gleichbreiten, glänzenden Faser bestehen, welche gewöhnlich plötzlich und nur auf eine ganz kurze Strecke erscheint. Daneben findet man auch hie und da, besonders an der Oberfläche der Endknospe, solche feine glänzende Fasern, welche oft in etwas gebogenem Verlaufe eine etwas grössere Strecke mit verfolgt werden können, ehe sie in die Endknospensubstanz wieder eintauchen und sich dem Blicke entziehen (Taf. XXVIII Fig. 4; Taf. XXIX Fig. 3). Solche Fasern können überall in den Endknospen vorkommen, sowohl in ihren peripherischen und centralen Enden als in ihren Mittelpartien. Ueber den Ursprung und die Natur dieser Fasern kommt man ins Klare, wenn man den Zusammenhang der Endknospe selbst mit ihrer Terminalfaser näher untersucht. Man findet dann nicht selten, dass die Terminalfaser in der Nähe der Knospe anschwillt, dass ihre Fibrillirung stärker ausgedrückt ist, dass ihre Fibrillen sich etwas von einander trennen und als selbständige, scharf glänzende, gleichbreite Fasern, oft in etwas buchtiger, sich schlängelnder Richtung mehr oder weniger weit, zuweilen sehr weit in die Substanz der Endknospe hinauf verfolgt werden können. Die Nervenfaser löst sich also in ihre Fibrillen auf und diese Fibrillen tauchen mehr oder weniger getrennt in die körnige Substanz der Endknospe hinein, um dort von einer mehr oder weniger glänzenden Partie, einer Globule dieser Substanz, umgeben zu endigen. Einige Mal haben wir, besonders nach schwächerer Erhärtung, solche, sehr kleine, dicht liegende, rundliche, ziemlich scharf abgegrenzte und wenig lichtbrechende Körperchen in der körnigen Masse, namentlich gegen den peripherischen Theil der Endknospe hin, liegend gefunden (Taf. XXVIII Fig. 4). Es muss indessen erwähnt werden, dass die globuläre Anordnung zuweilen nur sehr schwach oder gar nicht hervortritt.

Die Pacinischen Körperchen der Katze.

(Taf. XXX).

Bei der Katze untersuchten wir die Pacinischen Körperchen, welche im Mesenterium liegen, wie die, welche an den Unterschenkelknochen vorhanden sind. Wir benutzten dieselben Methoden wie bei den Körperchen des Menschen, vorzugsweise die Untersuchung der frischen Gebilde in Humor aqueus, ferner die Ueberosmiumsäure, die Essigsäure, das Goldchlorid, die Silberlösung, die Müllersche Lösung, die Färbung mit Anilin und Carmin.

Die an den erwähnten beiden Localitäten vorkommenden Körperchen stimmen in allem Wesentlichen mit einander überein, d. h. sie bieten auch dieselben Variationen ihres Baues dar. Im Ganzen scheinen indessen die des Unterschenkels etwas kleiner zu sein.

Die Pacinischen Körperchen der Katze haben eine schöne ovale Gestalt und sind, wenn nicht gedrückt, von rundlichem Querdurchschnitt. Schon bei schwacher Vergrösserung tritt ihr Bau im Allgemeinen klar hervor. Bei Untersuchung eines Körperchens im frischen Zustande in Humor aqueus sieht man also die concentrisch angeordneten Kapsellinien als sehr feine, etwas glänzende Linien, in welchen spindelförmige Kernbildungen und hie und da feine Punkte liegen. Zwischen diesen Linien finden sich helle Räume, die mit einem flüssigen farblosen, durchsichtigen Inhalt gefüllt sind; in diesen Zwischenräumen treten feine Punkte in wechselnder, im Ganzen aber spärlicher Anzahl hervor. Die Linien stehen bald näher, bald weiter von einander ab; beim Andrücken verändert sich die Entfernung zwischen ihnen. In der Regel liegen wie beim Menschen die äussersten Linien dichter gedrängt, die mittleren sind am meisten von einander entfernt und die innersten treten wieder sehr nahe an einander. Wenn man nun eine schwache Lösung von Ueberosmiumsäure zusetzt, werden die eben erwähnten Structurverhältnisse schärfer und deutlicher. Die Kapsellinien erscheinen stark und etwas gelblich glänzend; die in ihnen befindlichen Punkte treten etwas klarer hervor und zeigen sich als Durchschnitte feiner Fäserchen, welche einander kreuzend und in etwas verschiedener Richtung, meistens aber der Quere nach, verlaufen; sie bilden mithin in den Häutchen ein feines, im Ganzen aber nicht dichtmaschiges Netzwerk. In den Zwischenräumen zwischen den Kapsellinien treten ebenfalls die oben erwähnten Punkte schärfer hervor und erweisen sich auch als optische Querschnitte feiner Fasern, welche frei in der Flüssigkeit der Räume, circulär und in querer Richtung um die Längsaxe des Körperchens, verlaufen. Diese Fasern stehen bald der Innenseite, bald, und dies kommt besonders oft vor, der Aussenseite der Kapsellinien näher, bald finden sie sich in der Mittellinie des Zwischenraums u. s. w. Im Ganzen sind sie aber viel spärlicher

vorhanden als beim Menschen. In den Zwischenräumen, besonders am Stiel, findet sich übrigens in der Regel ein sich schlängelndes feines Blutgefäss. Ausserdem trifft man bei der Katze dieselben Arten von die Räume überspringenden Brücken, die beim Menschen beschrieben wurden. Ihre Anzahl scheint bei der Katze nicht grösser zu sein. In den Kapsellinien liegen die oben erwähnten spindelförmig sich zeigenden Kerne. Jene Linien erscheinen aber nicht immer so einfach, wie man bei erster Betrachtung glauben könnte. Hie und da findet man nämlich an ihnen kleine Spalten, welche sie gleichsam in zwei theilen. An anderen Stellen haben sie sich auf weitere Strecken in diese zwei Linien getrennt, von welchen die innere dann feiner ist. Zwischen den beiden Linien liegen die Kerne, gewöhnlich der äusseren anhaftend; zuweilen findet man aber auch Kerne der inneren Linie anliegend. Von den Enden der Kerne geht hie und da je ein äusserst feiner Streifen aus, welcher sich bald der Linie anschmiegt. Die Kerne lösen sich auch zuweilen mehr oder weniger ab und flottiren im Spaltenraum zwischen den Linien entweder frei oder einer der letzteren durch den erwähnten Streifen anhängend. Im Ganzen scheint es uns mithin, als ob man hier denselben Bau der Kapseln wiederfinde wie bei den Pacinischen Körperchen des Menschen. Wie bei letzterem beschrieben ist, hat man unter einer »Kapsel» nicht das Häutchen zu verstehen, dessen optischen Längsdurchschnitt die Kapsellinie darstellt, sondern eben den in seiner Flüssigkeit die Querfasern enthaltenden Zwischenraum zwischen den Kapsellinien, und dieser Raum ist jederseits von einer dünnen, mit Kernen besetzten Häutchenlamelle begrenzt. Jede Kapsel ist durch einen faserfreien Spaltenraum von der benachbarten getrennt; diese Spaltenräume enthalten im natürlichen Zustande keine Flüssigkeit, weswegen die Kapseln so eng an einander liegen, dass die Begrenzungshäutchen von je zwei im Allgemeinen scheinbar als eine einzige Linie, die Kapsellinie, sich zeigen. Die von den Kernen ausgehenden feinen Streifen sind, wie beim Menschen, die optischen Durchschnitte dünner Protoplasmaausbreitungen, welche rings um die Kerne sich finden und den die Kapseln bekleidenden Häutchenzellen angehören. Durch Versilberung ruft man auch hier in Form der bekannten schönen Mosaik polygonaler Felder die Grenzen dieser Häutchenzellen hervor. Von der Fläche gesehen, zeigen sich die Kerne im Allgemeinen rundlich-oval, obwohl auch unregelmässigere Formen unter ihnen vorkommen. Diese platten ovalen Kerne liegen meistentheils mit ihrem Längsdurchmesser quer oder auch schief gegen die Axe des Körperchens.

Durch Essigsäure (z. B. v. 3 %) und Goldchlorid, besonders das letztere (Fig. 2), bekommt man mit den eben beschriebenen ganz übereinstimmende Bilder.

Die hier gegebene Darstellung vom Bau der Kapseln stimmt also mit unserer Auffassung von dem beim Menschen überein. In der That ist ihre Erforschung besonders grossen Schwierigkeiten unterworfen, und zweifelhafte Bilder kommen nicht selten vor. Indessen gelang es uns nach mehrmals von Neuem aufgenommenen Untersuchungen auch hier zur Ueberzeugung von der Richtigkeit der gegebenen Schilderung zu kommen. Besonders muss hervorgehoben werden, dass die Goldchloridpräparate in dieser Hinsicht sehr erläuternd und beweisend waren; bei diesen Präparaten trennen sich die beiden aneinanderliegenden Häutchen sehr leicht und rein von einander.

Am Stiel legen sich nun die soeben beschriebenen Kapseln, von innen her gerechnet, allmählig der eintretenden Nervenfaser an (Fig. 1); dabei verschmälern sie sich entweder allmählig oder schnell, indem sie die Flüssigkeit abgeben und in eine dünne Lamelle übergehen, welche direct zur perineuralen Lamelle der Nervenfaser wird. Wie beim Menschen kommen auch hier solche im optischen Durchschnitt rosenkranzähnlich erscheinende Erweiterungen vor. Die mittleren und äusseren Kapseln legen sich also auch nach und nach dem Stiel an und gehen in perineurale Lamellen über. Am Gipfel biegen sich die innersten Kapseln in weiten Curven um das Ende des Innenkolbens herum, und dann legen sich die mittleren und äusseren in derselben Weise jenen an. In der Mittellinie haften sie gewöhnlich an einander; zuweilen sieht man aber auch einen schmalen fibrillären Strang, eine Art von rudimentärem Interkapsularligament, eine Strecke weit nach aussen die Kapseln durchbohren und verbinden; zu den äusseren gelangt schwindet er ganz.

Der Innenkolben beginnt mit allmähliger Zuspitzung rings um die Nervenfaser, erweitert sich dann ziemlich schnell und läuft als ein mehr oder weniger cylindrischer Strang nach dem Gipfel des Körperchens hin. Bei der Katze konnten wir nicht wie beim Menschen den Innenkolben als eine bestimmte Fortsetzung einer Fibrillenscheide darlegen; letztere schien uns entweder ganz zu fehlen oder wenigstens sehr schwach entwickelt zu sein. Er erscheint bei erster Betrachtung im Allgemeinen ziemlich homogen oder nur schwach feinkörnig; wenn man aber genauer zusieht, findet man oft, sowohl an Ueberosmiumsäure- als an Essigsäure-Präparaten, eine mehr oder weniger deutliche Streifung dicht gedrängter, paralleler, längsgehender Linien, welche als eine Fortsetzung der innersten Kapsellinien erscheinen. Am optischen Querdurchschnitt sieht man dann eine schwache concentrische Streifung. Es scheint

mithin, als ob der Innenkolben ebenfalls concentrisch geschichtet sei (Fig. 1, 3). In den äusseren Theilen desselben findet man auch zuweilen einzelne schmale kernähnliche Gebilde. Gegen den Gipfel hin verschmälert sich der Innenkolben und endigt abgestumpft. Durch Ueberosmiumsäure wird er mehr oder weniger dunkelgrau oder gelblich grau, durch Goldchlorid stark violett.

Die aus Axencylinder, Myelinscheide und Schwannscher Scheide bestehende Nervenfaser geht, von den Perineurallamellen und später von den Kapseln umgeben, durch den Stiel ins Körperchen hinein. Die Schwannsche Scheide zeigt während dieses Verlaufs die gewöhnlichen, in gewissen Abständen liegenden Einschnürungen und von Protoplasma umgebenen Kerne. In der Regel findet sich eine kleine Strecke vor dem Eintritt der Nervenfaser in den Innenkolben ein solcher Kern. Eben bei oder bald nach diesem Eintritt giebt die Nervenfaser ihre Myelinscheide ab, und auch von der Schwannschen Scheide konnten wir keine weitere Fortsetzung verfolgen. Dann verläuft die Nervenfaser als blasse Terminalfaser durch die Axe des Innenkolbens bis zum Ende desselben, um hier in den besonderen Organen zu endigen. Sie bleibt während dieses Verlaufes entweder einfach oder theilt sich in der Nähe des äusseren Endes oder auch, obwohl seltener, schon früher während des Anfangs oder in der Mitte des Verlaufs. Sie sowohl, wie ihre Zweige zeigen fast immer einen ausgeprägt längsstreifigen Bau und geben mithin ihre Zusammensetzung aus feinen Fibrillen deutlich an. Um die Faser und ihre Zweige sieht man, wie beim Menschen, hie und da einen dünnen Anflug einer glänzenden, in Ueberosmiumsäure sich dunkler färbenden Substanz, eine Art Scheide, welche möglicherweise als eine Fortsetzung einer Myelinschicht angesehen werden kann. Im optischen Querdurchschnitt erscheinen die Terminalfaser und ihre Zweige rundlich oder oval, oder mehr dreieckig, seltener wirklich platt und bandförmig; zuweilen biegt sich die Faser am äusseren Ende des Innenkolbens um und läuft, sich mehr oder weniger schlängelnd, eine Strecke zurück, um erst dann in die Endorgane überzugehen; öfter sendet sie einen oder einige Zweige in solchem recurrenten Verlauf aus. Bisweilen geht sie auch hier nur durch den Innenkolben eines Körperchens um dann in einem anderen Körperchen in gewöhnlicher Weise zu endigen; im ersten Körperchen kann dann auch der Innenkolben fehlen und nur die Kapseln brauchen entwickelt zu sein. Wenn zwei Nervenfasern in den Innenkolben eines Körperchens eintreten, verhält sich jede wie die einzelne Faser.

Die Endorgane oder die Endknospen zeigen ganz dasselbe Aussehen wie beim Menschen. Im Allgemeinen scheinen sie aber mehr zu einer Masse gesammelt zu sein. Sie haben eine verschiedene Gestalt, besonders oft aber die eines Pilzhuts (Fig. 6—9) mit convexer Oberfläche, mehr oder weniger scharfem unteren Rand und einer concaven unteren Fläche, in welche die Terminalfaser eintaucht. Besonders an den grösseren Knospen nimmt man mehr oder weniger deutlich eine Eintheilung in rundliche Partien wahr, deren Mitte heller ist und die durch dunklere Grenzen von einander getrennt sind; es scheint mithin, als ob die grösseren Knospen aus mehreren kleineren zusammengesetzt seien. Die Oberfläche der Knospen ist deswegen im Allgemeinen uneben, höckerig. Ihre Substanz ist körnig, glänzend, wird durch Ueberosmiumsäure gelblich und bekommt einen stärkeren Glanz. Kernbildungen konnten wir nie in diesen Endknospen finden und halten die Vergleichung mit einer Ganglienzelle für nicht zutreffend. Zuweilen sieht man die Knospenmasse gleichsam in mehrere Aeste zerspalten, welche in verschiedenen Richtungen sich biegen. Die kleineren Knospen bestehen aus derselben körnigen Substanz wie die grösseren. Die Knospen liegen im Allgemeinen an der Spitze des Innenkolbens; zuweilen ragen einzelne kleinere Knospen sogar vom Innenkolben hinaus und liegen zwischen den nächsten Kapselschichten. Hie und da sieht man den Innenkolben um die Knospenmasse eine besondere Partie bilden, welche gewissermassen von dem übrigen Kolben etwas abgeschnürt erscheint (Fig. 6, 9). Die innersten Kapseln biegen sich concentrisch um diese die Endknospen enthaltende Partie des Innenkolbens.

Die Pacinischen Körperchen des Kaninchens.

(Taf. XXXI und XXXII).

Beim Kaninchen untersuchten wir vorzugsweise die Körperchen, welche in dem bekannten Haufen in den hinteren Extremitäten neben den Unterschenkelknochen liegen. Wir wendeten dabei dieselben Methoden an wie bei den betreffenden Körperchen des Menschen und der Katze.

Diese Körperchen des Kaninchens haben im Allgemeinen eine breit-ovale Gestalt mit allmählig zugespitzten Enden; der Durchschnitt ist rundlich. Die Körperchen sind durch ein spärliches Bindegewebe mit einander und dem zugehörigen Nervenzweig verbunden und gleichsam eingekapselt.

Bei der Untersuchung der frischen Körperchen in Humor aqueus sieht man wie bei denen des Menschen und der Katze eine Reihe feiner concentrischer Linien, welche durch helle Zwischenräume getrennt sind. In diesen Räumen findet sich die albuminhaltige Flüssigkeit; in letzterer entstehen durch längere Einwirkung des Humor aqueus, schneller aber durch Wasser, die schon bei den Körperchen des Menschen beschriebenen Veränderungen; tropfen- und vacuolenartige Figuren treten in ihr auf und bilden zahlreiche eigenthümliche Brücken zwischen den Kapsellinien. In diesen Zwischenräumen sind indessen schon an den frischen unveränderten Körperchen hie und da auch natürlich vorhandene, bald näher zu beschreibende Brücken zu sehen, welche je zwei Kapsellinien unter einander verbinden. Sonst findet man in der Flüssigkeit dieser Räume keine besondere Bildungen; nur äusserst schwach hervortretende und sehr spärliche Körnchen können bisweilen wahrgenommen werden. Die die Räume begrenzenden Kapsellinien sind hellglänzend, tragen hie und da spindelförmig erscheinende Kerne und liegen in verschiedener Entfernung von einander; in den äusseren Theilen befinden sie sich gewöhnlich einander näher, treten dann in den mittleren Partien von einander ab, um in den inneren in der Umgebung des Innenkolbens immer dichter gedrängt zu liegen. Durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure (Taf. XXXI Fig. 1) bekommt man eine nähere Einsicht in die Beschaffenheit der Kapselbildungen [1]). Die Kapsellinien treten dann schärfer als hellglänzende, concentrisch angeordnete Streifen, als optische Durchschnitte von Häutchen, hervor. In ihnen sieht man mehr oder weniger reichlich, im Ganzen aber keineswegs so reichlich als bei den Körperchen des Menschen, äusserst feine Punkte, welche als optische Durchschnitte feiner Fasern sich erweisen, die in den Kapselhäutchen verlaufen. In den Kapsellinien liegen ferner die schon erwähnten spindelförmig erscheinenden Kerngebilde, welche ebenfalls optische Durchschnitte von meistens ziemlich abgeplatteten rundlich-ovalen Kernen sind; diese Kerne scheinen gewöhnlich etwas nach innen von der Kapsellinie hervorzuragen; hie und da schiessen sie aber auch nach aussen hin, und oft liegen sie ganz in der Mitte der Kapsellinien. In den zwischen letzteren befindlichen hellen, von der Flüssigkeit eingenommenen Zwischenräumen sieht man nun die schon angedeuteten, hie und da, aber sehr spärlich, vorkommenden feinen Punkte, welche optische Querschnitte feiner, circulär in den Zwischenräumen verlaufender Fasern sind; diese nur einzeln vorhandenen Fasern entsprechen mithin den beim Menschen so reichlich entwickelten intrakapsulären Fasern. Zwischen den Kapsellinien ziehen dann die ebenfalls schon erwähnten Brücken. Sie sind bei verschiedenen Körperchen in wechselnder Zahl vorhanden; oft erscheinen sie nur in der Form feiner Fäserchen, welche gleichsam in einem kurzen Bogen von einer Linie zu einer anderen gezogen sind; in anderen Fällen finden sich zwei in derselben Höhe liegende Kerne der neben einander befindlichen Kapsellinien durch eine kurze, aber verhältnissmässig breite Brücke mit einander vereinigt. Ferner sieht man in den Zwischenräumen, besonders am Stiel und Gipfel, einzelne Capillarschlingen (Taf. XXXI Fig. 2).

Abgesehen von den beschriebenen, sparsamen, in querer oder schiefer Richtung in den Kapselhäutchen verlaufenden feinen Fasern und den Kernen erscheinen diese Häutchen homogen, unstructurirt. Durch Anilinfärbung ruft man indessen eine kleine körnige Protoplasmazone um die Kerne hervor und durch Versilberung erhält man an den Häutchen eine schöne Zeichnung polygonaler Zellenfelder von etwa 0.04 Mm. Grösse.

In der Regel erscheinen die Kapsellinien einfach; hie und da findet man sie aber gleichsam doppelt und zuweilen sind sie auch beim Kaninchen durch schmale Spalten in zwei getheilt; in diesen Spalten findet man dann die Kerne. Diese Spaltung der Kapsellinien ist indessen beim Kaninchen weniger deutlich wahrzunehmen als beim Menschen; durch die so äusserst spärliche Entwickelung der Fibrillen in den Zwischenräumen ist es, ganz wie bei der Katze, in der That oft schwer zu entscheiden, ob man Kapselräume oder Spaltenräume vor sich hat; die sehr dünnen Häutchen falten sich leicht und legen sich in der verschiedensten Weise streckenweise an einander, wodurch mehrfache Täuschungen entstehen können. Indessen haben wir eine Reihe von Bildern bekommen, die uns die Ueberzeugung gegeben haben, dass hier wie beim Menschen die Kapseln aus zwei aus Häutchenzellen bestehenden, äusserst dünnen Häutchen und dem zwischen letzteren befindlichen, von der Flüssigkeit erfüllten Zwischenraum, dem Kapselraum oder Intrakapsularraum, zusammengesetzt sind. (Taf. XXXI Fig. 2, 3).

---

[1]) Dies Reagenz hat bei geeignetem Erhärtungsgrade das Vermögen die sonst ziemlich schwer aufzubewahrenden Körperchen in gutem Zustande zu erhalten, so dass wir nach vier Jahren noch sehr schöne Präparate von den Pacinischen Körperchen besitzen, an welchen alle die feineren Details noch zu beobachten sind.

Nach dem Stiel zu legen sich die in solcher Weise gebauten Kapseln, von innen her gerechnet, allmählig an die Nervenfaser an. Die innersten dem Innenkolben anliegenden Kapseln, welche immer sehr dünn sind, gehen dabei ohne eigentliche Veränderung in die innersten perineuralen Lamellen über; die dann nach aussen hin folgenden verschmälern sich entweder allmählig (Taf. XXXI Fig. 1), oder schnell (Fig. 2) und stark, indem ihre von Flüssigkeit erfüllten Räume verschwinden und die Begrenzungshäutchen sich an einander legen und als perineurale Lamellen fortsetzen. In dieser Weise gehen nun allmählig alle Kapseln ins Perineurium des Nervenzweiges über. Anfangs bleibt die Anzahl der Perineurallamellen ungefähr dieselbe wie die der Kapseln; bald legen sie sich aber an einander, und durch Verschmelzung wird ihre Zahl mehr und mehr vermindert.

Am Gipfel des Körperchens biegen sich die inneren Kapseln um das obere Ende des Innenkolbens (Taf. XXXII Fig. 1, 5) und bilden oft in verschiedener Weise etwas blasenartig aufgetriebene, concentrisch angeordnete Lamellen um jenes Ende. Die äusseren Kapseln verlängern sich aber fast immer zu einem eigenthümlichen langen Zipfel, welcher sich umbiegt und dicht der Seite des Körperchens anlegt, wobei oft auch das äussere Ende des Innenkolbens mit nach der Seite hin gebogen wird. Dieser Kapselzipfel, dessen Anordnung in Profilansicht ziemlich leicht zu verfolgen ist, bietet, wenn er im Präparat über oder unter dem Körperchen liegt, Bilder, welche zu mehrfachen Täuschungen Anlass geben können. Ausserdem läuft gewöhnlich in ihm eine Capillargefässschlinge, die mit ihren Buchten bis in die Nähe des Endes des Innenkolbens fortrückt und ebenfalls die Deutung des vorhandenen Bildes erschweren kann.

Der Innenkolben beginnt am Anfang des Körperchens rings um die Nervenfaser mit einer Zuspitzung und verbreitert sich entweder allmählig oder auch ganz schnell zu einem mehr oder weniger cylindrischen Strang, welcher die Axe des Körperchens einnimmt. Er ist oft in seinem Anfangstheil dick und verschmälert sich gegen den Gipfel hin stark, so dass er als ein nur verhältnissmässig schmaler Strang den Endtheil der Nervenfaser umhüllt (Taf. XXXII Fig. 3, 4, 7). Im Bau ist er ungefähr dem beim Menschen und der Katze gleich; er erscheint im Ganzen homogen mit einer undeutlichen Längsstreifung, als ob er aus concentrisch angeordneten dünnen Lamellen bestehe. Beim Kaninchen ist es in der That oft schwer eine ganz bestimmte Grenze zwischen dem Innenkolben und dem innersten Kapselsystem zu ziehen (Taf. XXXII Fig. 6, 8). In diesem Grenzgebiet trifft man gewöhnlich eine Art eigenthümlicher Gebilde (Taf. XXXII Fig. 6), welche bald einzeln, bald gruppenweise liegen und eine unregelmässige, oft dreieckige oder schwanzförmig ausgezogene Gestalt haben. Bei näherer Betrachtung erweist sich, dass sie besonders gestaltete Kerne sind, welche, soweit man sehen kann, den innersten Kapseln angehören. Im Ganzen sind Kerne sehr zahlreich in diesem Grenzgebiet vorhanden, und oft erhält man Bilder, welche darauf deuten, dass auch in die äusseren Schichten des Innenkolbens einzelne Kerne eingelagert seien. Durch Ueberosmiumsäure färbt sich der Innenkolben grau mit einem Stich ins Gringelbliche; durch Goldchlorid wird er stark violett.

Am Stiel tritt, von den in Kapseln übergehenden Perineurallamellen umschlossen, die in der Regel einfache Nervenfaser hinein. Sie besteht aus dem Axencylinder, welcher hier oft einen ganz deutlichen fibrillären Bau zeigt, der Myelinscheide und der Schwannschen Scheide; eine Fibrillenscheide ist entweder nicht vorhanden oder nur sehr schwach vertreten; die Schwannsche Scheide zeigt kurz vor dem Uebergang in den Stiel ihre letzte Einschnürung und später noch einen, von etwas Protoplasma umgebenen Kern, um bald danach in den Innenkolben einzutreten und in der Nähe dieses Eintritts die Myelinscheide und die Schwannsche Scheide abzugeben und zur blassen Terminalfaser zu werden. Diese Faser läuft dann in der Axe des Innenkolbens bis zum Gipfel hin, entweder einfach oder in zwei oder mehrere Zweige getheilt. Ist sie einfach, so endet sie in der Regel in der Spitze des Innenkolbens; wenn sie in zwei oder mehrere Zweige getheilt ist, läuft gewöhnlich ein Zweig bis zur erwähnten Spitze, die anderen enden entweder kurz vorher, oder sie biegen sich auch um und kehren unter sich schlängelndem und im Ganzen sehr wechselndem Verlauf zurück, nach dem Anfangstheil des Innenkolbens hin, wobei sie oft noch in mehrere Zweige sich trennen, die den Innenkolben verschiedenartig durchziehen, um je mit einem Endorgan zu endigen (Taf. XXXII Fig. 2, 3, 4). Die Terminalfaser und ihre grösseren Zweige sind blass und zeigen in der Regel eine sehr deutlich ausgeprägte Zusammensetzung aus einer Anzahl feiner glänzender Fibrillen (Taf. XXXII Fig. 7); die feinsten Zweige bestehen im Allgemeinen nur aus einer einzigen solchen Faser. Um die Faser und ihre Zweige findet man meistentheils eine Art Scheidenbildung, welche gelblich glänzend und körnig erscheint und durch Ueberosmiumsäure mehr schwärzlich gefärbt wird; diese Scheide hat gewöhnlich aussen eine unebene Contour und bildet eine verschieden dicke, im Ganzen aber nur sehr dünne Schicht mit stellenweise vorhandenen kleinen Anhäufungen um die Faser. In der That ähnelt diese Scheidenbildung sehr der hie und da an den isolirten Axencylindern der cerebrospinalen Nervenfasern

zu findenden dünnen, körnigen Schicht und ist wahrscheinlich als eine sehr schwache Belegung mit Myelin zu betrachten. Die Terminalfaser und ihre Zweige tragen nicht immer parallele Ränder, sondern letztere buchten sich hie und da in verschiedener Weise aus und die Fasern zeigen eine etwas wechselnde Breite; ihr Querschnitt ist auch von variirender Gestalt, bald rundlich, bald oval, bald dreieckig oder gar bandähnlich; am optischen Querschnitt sieht man eine Anzahl von feinen glänzenden Körnchen, welche eben die Durchschnitte der Fibrillen sind. Die einfach verlaufende sowohl wie die getheilte Terminalfaser endigen nun immer mit Endknospen, indem jeder Zweig eine solche bekommt.

Diese Endorgane, die Endknospen, sind von sehr wechselnder Gestalt und Grösse; im Allgemeinen richtet sich letztere so ziemlich nach der Dicke der Terminalfaser, so dass, wenn die Faser ungetheilt ist, die Endknospe gewöhnlich einen grossen apfelförmigen oder anders gestalteten Knopf bildet (Taf. XXXI Fig. 1; Taf. XXXII Fig. 5). Wenn die Faser sich in mehrere Zweige theilt, bekommt jeder von diesen auch eine gewöhnlich im Verhältniss zu seiner Dicke verschieden grosse Knospe. Die Knospen haben dasselbe Aussehen wie beim Menschen und der Katze; sie sind aus kleinen glänzenden Körnchen zusammengesetzt, welche hie und da gleichsam zu rundlichen Partien gesammelt erscheinen, wodurch, besonders bei den grösseren Knospen, oft die ganze Masse eine mehr oder weniger deutliche Eintheilung in kleinere Partien zeigt. In diesen sieht man hie und da ein glänzendes Korn, von welchem aus man zuweilen eine Faser verfolgen kann. Nicht selten kann man in der That die Terminalfaser sich in ihre einzelnen Fibrillen auflösen sehen und letztere eine kürzere oder längere Strecke in der körnigen Masse der Endknospe verfolgen; es scheint, als ob die eben erwähnten glänzenden Körner die Enden dieser Fibrillen darstellen. Um die grösseren Knospen, besonders am Gipfel des Körperchens, findet sich oft eine Art Kapselbildung, indem der Innenkolben hier eine dünnrandige, undeutlich geschichtete Ausbuchtung bildet, welche die Knospe in sich aufnimmt. Durch gewisse Präparationen, z. B. Goldchlorid, zieht sich zuweilen die Knospensubstanz zackig zusammen, und dann sieht man den Kapselraum derselben ganz deutlich (Taf. XXXII Fig. 10).

Der Bau der Pacinischen Körperchen der Vögel.

Historischer Rückblick.

Bei den Vögeln wurden die Pacinischen Körperchen zuerst von Herbst gefunden, weswegen sie auch zuweilen »Herbstsche Körperchen» genannt worden sind; von ihrem Bau sagt er, dass sie aus einem äusseren, mittleren und inneren Kapselsystem bestehen, ferner dass das Ende der markhaltigen Nervenfaser in der Centralkapsel knopf- oder keulenförmig ist. Will verfolgte sie genauer; er beschrieb an ihnen ein äusseres, mehrfach geschichtetes Neurilem, welches aus dichtgelagerten Zellen gebildet sei, und ein inneres Neurilem, das aus geraden oder leicht gebogenen, in dichten Schichten um den centralen Cylinder liegenden Fasern bestehe; letzterer (die sog. Centralhöhle) sei eine helle, durchsichtige Masse, wahrscheinlich aus dicht an einander gelagerten Zellen gebildet; der Nervenfaden werde bei seinem Eintritt in den Cylinder fast um die Hälfte dünner, scheine aber bis an das Ende das Mark zu behalten; wie er endige, konnte er nicht entscheiden. Im Neurilem sei keine Flüssigkeit vorhanden. Leydig sah im äusseren Neurilem nicht Zellen, sondern Bindesubstanz mit eingelagerten Kernen, aber ohne Flüssigkeit; es sei eine directe Fortsetzung des Nervenneurilems; nach innen davon finde sich ein aus feinen, unverästelten, leicht gebogenen oder gerade gestreckten, nicht elastischen Fasern mit eingelagerten Kernen bestehendes Gewebe, welches um den Centralstrang herumgewickelt sei; letzterer sei die Nervenfaser selbst, welche nach Verlust ihrer Markscheide sich zu einem Kolben erweitere, während der helle Streifen im Inneren desselben ein von klarer Flüssigkeit erfüllter Canal mit kuglig

erweitertem Ende sei. Kölliker schloss sich Leydig an, nur mit dem Unterschied, dass der Centralcanal von einer besonderen Hülle umgeben und um den Centralstrang eine einfache Lage querer, dichtstehender Kerne vorhanden sei; der Centralstrang der Vögel entspreche somit dem centralen Streif (der Terminalfaser) der Säugethiere. Keferstein hob hervor, dass der Centralfaden kein Canal sein könne, weil derselbe deutlich granulirt sei, oft keine scharfe Begrenzung habe und unmittelbar aus dem eintretenden Nerven entspringe; Keferstein scheint den ganzen Innenkolben der Vögel zu der aus der Nervenfaser hervorgehenden Terminalfaser gerechnet zu haben; er beschreibt ferner die an ihrer Oberfläche befindlichen Kerne als in Längsreihen geordnet. W. Krause schilderte dann die Vogelkörperchen als aus einer äusseren, in den Stiel der Nervenfaser direct übergehenden Längsfaserschicht von mehr homogenen, unvollständig geschichteten Bindegewebslagen mit längsgestellten Kernen ohne isolirte, durch Flüssigkeit von einander getrennte Lamellen, ferner aus einer inneren Querfaserschicht mit unverästelten, um den Innenkolben herumgewickelten Fasern bestehend. Letzterer sei öfters stark abgeplattet, besonders an den schmalen Seiten mit dichtstehenden, queren Kernen versehen, mattglänzend, homogen oder fein granulirt; in seiner Axe gehe die an ihrem Ende knopfförmig angeschwollene, abgeplattete Terminalfaser, welche Krause eine feine, mit einem homogenen Inhalt gefüllte Röhre zu sein schien. Engelmann betrachtete dann wieder den Innenkolben als die Fortsetzung der Markschicht der Nervenfaser; derselbe sei ferner von einer kernhaltigen Membran, einer Fortsetzung der Schwannschen Scheide, umschlossen; in seinem Inneren verlaufe der etwas verbreiterte, häufig mit knopfartiger Anschwellung endigende Axencylinder oder die Terminalfaser. Hoyer konnte an den Vogelkörperchen durch Versilberung keine Zellenzeichnung hervorrufen. Rauber fand im Innenkolben (beim Huhn und der Taube) sowohl Kerne als Längsstreifen. Leydig beschrieb dann am Schnabel der Waldschnepfe eigenthümlich gebaute Körperchen; am Innenkolben sah er zwei Längsreihen von dunklen viereckigen Theilchen, die nicht gewöhnliche Kerne seien; was sie aber sind, konnte er nicht entscheiden; die äussere Schicht der Körperchen, die Kapsel, gehe unmittelbar in das Bindegewebe der Lederhaut über; das quergehende Fasersystem sei nur in sehr geringer Menge zunächst um den Innenkolben vorhanden; zwischen demselben und der Kapsel finde sich ein ziemlicher, wahrscheinlich von Flüssigkeit erfüllter Raum. Leydig blieb übrigens bei seiner früheren Auffassung und hielt die Terminalfaser für den Axencanal des seiner Ansicht nach nervösen Innenkolbens. Grandry sah bei der Ente und bei der Gans im Innenkolben rundliche oder viereckige Körper an den Seiten des Centralfadens in zwei Reihen angeordnet; ob sie Kernen oder Zellen entsprächen, schien ihm zweifelhaft zu sein; das Ende der Terminalfaser sei sehr voluminös und granulirt. Goujon fand in Körperchen aus dem Schnabel des Papageis die Terminalfaser in verschiedener Weise beschaffen: gewöhnlich gehe sie, an zwei Seiten von Nervenzellen ähnlichen Kernen umgeben, in ein plattes erweitertes Ende über; bisweilen verlaufe sie spiralig nahe unter der äusseren Kapsel und endige mit leicht erweitertem Ende, bisweilen erweitere sie sich schon am Eintritt, schien dabei platt zu werden und abgerundet zu endigen. Ihlder sah die Hülle des Innenkolbens in Verbindung mit dem Nervenneurilem stehen; auf der Innenfläche jener lägen zwei Reihen viereckiger Kerne; die Terminalfaser sei eine stark abgeplattete, aber hohle, nicht solide Nervenfaser, welche mit einem umfangreichen körnigen Ende versehen ist; letzteres sei eine Ganglienzelle, in deren Innerem man indessen den Kern, des granulirten Inhalts wegen, nicht deutlich wahrnehmen könne.

Histologische Beschreibung.

(Taf. XXXIII; Taf. XXXVI).

Wenn man die Pacinischen Körperchen der Vögel aus verschiedenen Gegenden des Körpers und bei verschiedenen Vogelarten untersucht, findet man, dass sie einige Variationen in Betreff ihres feineren Baues zeigen. Man kann deswegen nicht eine Beschreibung geben, die für alle Vogelkörperchen gilt. Wir haben besonders drei Variationen unterschieden und wollen dieselben jede für sich besprechen. Als Typus gehen wir von der Form aus, welche die am meisten verbreitete zu sein scheint und von den Histologen hauptsächlich berücksichtigt wurde. Wir studirten dieselbe vornämlich an den Körperchen, welche bekanntlich neben den Unterschenkelknochen in einem reichlichen langen Büschel am Nerven aufgehängt sich finden, ferner aber auch in verschiedenen Gegenden der

Haut und der Schleimhaut der Cloake, und zwar sowohl bei dem Cypselus Apus, der Sylvia Phœnicurus und Fringilla cœlebs, als bei der Ente und dem Huhn. Unsere Untersuchungsmethoden waren dieselben wie bei den Pacinischen Körperchen der Säugethiere, also vorzugsweise Untersuchung im frischen Zustande, Behandlung mit Essigsäure (von 1—3 %), Holzessig, Goldchlorid, Müllerscher Lösung, vor Allem aber mit Ueberosmiumsäure (von 0.1—1 %) und nachheriger Färbung mit Bealeschem Carmin oder Anilin.

Wenn man das erwähnte Büschel aus dem Unterschenkel untersucht, findet man schon bei schwacher Vergrösserung (Taf. XXXIII Fig. 1), dass die einzelnen, im Allgemeinen länglich ovalen, im Querschnitt aber runden Körperchen sehr verschieden gross sind, indem hie und da ganz kleine unter die grösseren und mittelgrossen eingemischt erscheinen; der Nerv löst sich nach und nach in seine einzelnen Fasern auf, sendet je eine zu den Körperchen, wird allmählig dünner und schickt endlich seine letzten Fasern zu den untersten Körperchen. Wenn man dann ein solches Körperchen bei stärkerer Vergrösserung in Längsansicht betrachtet, findet man schon bei der Untersuchung im frischen Zustande, dass es aus einem äusseren, verhältnissmässig dünnen Kapselsystem, einer inneren breiten, im optischen Längsdurchschnitt körnig erscheinenden Partie und einem in der Axe des Körperchens verlaufenden Strang besteht. Nach Erhärtung in Ueberosmiumsäure und folgender Färbung in Bealeschem Carmin oder auch nur durch letztere Behandlung tritt im Allgemeinen der Bau der Körperchen deutlich und scharf hervor. Wir werden deswegen hauptsächlich nach solchen Bildern den Typus derselben beschreiben (Taf. XXXIII Fig. 2). Das äussere Kapselsystem ist zwar bei verschiedenen Körperchen von etwas wechselnder Dicke, im Ganzen aber dünn; es umgiebt eng das Körperchen und hängt unmittelbar mit dem Perineurium des zutretenden Nerven zusammen. In diesem Kapselsystem sieht man am optischen Durchschnitt dicht liegende Streifen, die concentrisch um das Körperchen gehen; hie und da findet man längliche Kernbildungen längs den Streifen eingelagert. Oft trifft man Stellen, an welchen das Kapselsystem sich in eine Anzahl dünner Blätter oder Lamellen getrennt hat, und an denselben liegen die Kerne (Taf. XXXIII Fig. 11); es entsprechen diese Blätter offenbar dünnen elastischen Zellenhäutchen; in ihnen sieht man keine deutliche Durchschnitte von Fasern, und nach Behandlung mit Essigsäure oder Holzessig schwellen sie sehr wenig an. Von der Oberfläche des Körperchens betrachtet, zeigen diese Häutchen eine Menge von rundlich-ovalen Kernen, welche in wechselnder Tiefe liegen, je nachdem sie den verschiedenen Häutchen angehören. Durch Versilberung gelang es uns indessen ebenso wenig wie unseren Vorgängern eine Zeichnung der Zellengrenzen hervorzurufen. Beim Uebergang des Körperchens in den Nerven lassen sich nun die einzelnen Lamellen oft sehr schön in die bezüglichen perineuralen Lamellen des letzteren verfolgen; jene sind mithin nichts Anderes als directe Fortsetzungen letzterer, in derselben Weise wie bei den Pacinischen Körperchen der Säugethiere die Kapseln in die perineuralen Lamellen übergehen. Bei den Vogelkörperchen sind die Kapsellamellen so dünn, dass wir nicht deutlich wahrnehmen konnten, ob sie aus je zwei Zellenhäutchen zusammengesetzt sind. Nach aussen hin ist dies Kapselsystem scharf gegen das umgebende Bindegewebe abgegrenzt, welches die Körperchen eingeschlossen hält und mit anliegenden Theilen verbindet. Nach innen von dem Kapselsystem findet sich immer eine sehr breite Zone von eigenthümlichem Aussehen und Bau. Wenn man ein Körperchen von der Längsseite betrachtet und den Mittelplan desselben in den Focus einstellt, sieht man (Taf. XXXIII Fig. 2) die fragliche Zone aus einer Unzahl sehr kleiner glänzender Punkte oder Körner bestehen, welche sehr dicht gedrängt und ohne bestimmte Gruppirung liegen; die schmalen Zwischenräume zwischen ihnen sind homogen, hell und durchsichtig. Von den rundlichen Punkten gehen nach innen, gegen die Axe des Körperchens hin, Verlängerungen ab, deren beide begrenzende Contouren bald sehr schwach werden und verschwinden. Verändert man dann die Focaleinstellung nach oben oder unten hin, so kann man dieselben weiter verfolgen und sieht sie deutlich zu Fasern werden, welche in querer Richtung um das Körperchen gehen, bis man an dessen oberer oder unterer Fläche das fragliche Fasersystem zwar als im Ganzen circulär um das Körperchen verlaufend, aber nicht in paralleler Anordnung, sondern mit den einzelnen Fasern sich unter schiefen Winkeln kreuzend findet (Taf. XXXIII Fig. 9). Wenn man das betreffende Gewebe zerzupft (dies. Taf. Fig. 12), findet man, dass die Fasern von gleicher Dicke und ziemlich steif sind, obwohl sie häufig bei der Präparation gebogen werden. Dieses Fasergewebe ähnelt im höchsten Grade der von uns an gewissen Balken des Subarachnoidalgewebes beschriebenen Fibrillenscheide (Erste Hälfte S. 129 ff. u. Taf. XV). Durch Ueberosmiumsäure werden die Fasern gelblich-grau; durch Essigsäure (3 %) schwellen sie an und werden heller und durchsichtig, behalten aber anfangs ziemlich ihre Contouren, so dass man sie am optischen Durchschnitt noch als punktförmige Figuren wahrzunehmen vermag, bis sie nach längerer Behandlung vollständig erblassen und zu einer fast homogenen Masse zusammenfliessen. Holzessig (Taf. XXXIII Fig. 5) und Goldchlorid (Fig. 6) wirken in derselben Weise auf sie ein.

In dem soeben geschilderten Fasergewebe treten, besonders nach Anilin- oder Carminfärbung, hie und da zerstreute kleine ovale Kerne (Taf. XXXIII Fig. 2, 3, 4) auf, an welchen eine schwache Zone von körnigem Protoplasma sich findet, das in verschiedene Richtungen, besonders aber nach oben und unten, zwischen die Fasern dünne platte Ausläufer aussendet. Nach Zerzupfung des Fasergewebes bekommt man diese Zellen in mehr oder weniger isolirtem Zustande. Durch Behandlung mit Essigsäure, Holzessig (Taf. XXXIII Fig. 5) oder Goldchlorid (Fig. 6) treten die Zellenkerne scharf hervor, und von ihnen gehen nach oben und unten die Zellenplatten aus; an diesen Präparaten bemerkt man mehr oder weniger deutlich, dass die Zellen in gewissen Reihen angeordnet sind, obwohl sie mit ihren Platten oder Häutchen nicht einander erreichen. Durch diese Anordnung der Zellen scheint eine zwar unvollständige, aber ganz bestimmte Schichtung des Fasergewebes angedeutet zu sein.

Dies Fasergewebe mit seinen eingestreuten Zellen umgiebt nun überall den Centraltheil, vom Stiel bis zum Gipfel; am Stiel lässt es indessen die eintretende Nervenfaser hindurch, indem es sich zugespitzt ihr dicht anlegt. Dann wird es schnell dicker und nimmt in der Regel erst gegen den Gipfel hin wieder an Mächtigkeit ab, um an letzterem mit einer verschieden dicken, entweder sehr reichlichen (Taf. XXXIII Fig. 5) oder mehr oder weniger dünnen (Fig. 3, 2) Schicht den Centraltheil von dem äusseren Kapselhäutchensystem zu isoliren. Dem letzteren liegt das Fasergewebe im Allgemeinen dicht und mit scharfer Grenze an; zuweilen findet man zwischen ihnen Gruppen von kleinen, obwohl etwas verschieden grossen Körnchen, welche sogar reichlich vorhanden sein können (Taf. XXXIII Fig. 5); sie sind wahrscheinlich als eine Art schwach gefärbter Pigmentkörnchen zu betrachten. Durch die Präparation trennt sich hie und da das Fasergewebe vom äusseren Kapselsystem mehr oder weniger ab und zieht sich ein (Taf. XXXIII Fig. 2, unten rechts), wobei man sieht, dass keine eigentliche Verbindung zwischen ihnen besteht. Zuweilen gelingt es das äussere Kapselsystem mit der Präparirnadel ganz abzustreifen, und dann bekommt man ein der Fig. 4 entsprechendes Bild; das Fasergewebe zeigt sich scharf nach aussen hin begrenzt.

Innerhalb dieser Scheidenbildung findet sich nun der centrale Theil des Körperchens, die in ihrem Innenkolben verlaufende Nervenfaser. Der Innenkolben (Taf. XXXIII Fig. 2—5) besteht aus einem verhältnissmässig ziemlich schmalen Strang, der allmählig im Stiel, rings um die eintretende Nervenfaser beginnt und sich dann erweitert, um in der Nähe des Gipfels sich zu verschmälern und abgerundet zu endigen. Er ist von ziemlich rundlichem Durchschnitt, von fast homogenem, nur äusserst schwach längsstreifigem und körnigem Aussehen; er erscheint im frischen Zustande hell, durchsichtig und farblos, wird durch Ueberosmiumsäure grau oder grünlich-grau, durch Goldchlorid stark violett; durch Essigsäure und Holzessig schwillt er etwas an und wird ganz durchsichtig oder etwas körnig. An den Seiten dieses Innenkolbens finden sich nun die von den Histologen mehrmals erwähnten und verschieden gedeuteten eigenthümlichen kernähnlichen Bildungen (Taf. XXXIII Fig. 2—5, 7, 8). Sie bilden zwei bestimmte Reihen, welche diametral einander gegenüber zwei Seiten des Innenkolbens dicht anliegen. Sie sind länglich, unregelmässig oval oder rectangulär, erscheinen, von dem einen Ende gesehen, mehr oder weniger viereckig oder rundlich, liegen gewöhnlich dicht über einander, nur durch schmale Zwischenräume getrennt; gegen den Gipfel zu werden aber oft die Zwischenräume etwas grösser. Wenn man ein Körperchen in solcher Lage vor sich hat, dass diese Kerne im Gesichtsfeld an den Seiten des Innenkolbens zu sehen sind, erscheinen sie mithin als unregelmässige, rundliche oder viereckige, in zwei Längsreihen neben dem Innenkolben angeordnete Figuren (Taf. XXXIII Fig. 2, 5, 7); wenn man das Körperchen aber von den anderen Seiten her betrachtet, findet man die eine Reihe der nun ovalen oder rectangulären Figuren oberhalb, die andere Reihe unterhalb des Innenkolbens liegend; letzterer schiesst dann beiderseits von den Kernreihen aus (Taf. XXXIII Fig. 4, 8); wenn endlich ein Körperchen einen halben Schlag um seine Axe gedreht ist, sieht man an den beiden Theilen desselben die beiden beschriebenen Verhältnisse vereinigt über einander, und an der Drehstelle findet ein allmähliger Uebergang vom einen zum anderen statt (Taf. XXXIII Fig. 3). Um diese Kerne bemerkt man eine nur sehr spärliche Zone eines körnigen Protoplasma. Dass es aber Kerne sind, unterliegt gar keinem Zweifel; sie färben sich z. B., wie andere Kerne, sehr schön in Carmin. Ausserhalb dieser Kernreihen, zwischen ihnen und dem Fasergewebe, findet sich indessen eine dünne Schicht einer hellen Substanz, welche einige, zuweilen aber zahlreichere längsgestellte ovale Kerne enthält und Zellenlamellen zu entsprechen scheint (Taf. XXXIII Fig. 2). Durch Essigsäure und Holzessig (Fig. 5, 8) schwillt diese Substanz etwas auf und zeigt sich ganz homogen und durchsichtig; sie stösst mit scharfer Grenze dem aussen liegenden Fasergewebe unmittelbar an.

Innerhalb des soeben beschriebenen Innenkolbens findet sich die Nervenfaser (Taf. XXXIII Fig. 2—5, 8, 13—17). Sie geht als eine in gewöhnlicher Weise gebaute, aus Axencylinder, Myelinscheide und Schwannscher Scheide bestehende Nervenfaser aus einem Nervenzweig ab und dringt, von einer mehrschichtigen Perineuralscheide um-

schlossen, welche letztere, wie erwähnt, in das äussere Kapselsystem des Körperchens direct übergeht, durch den Stiel ins Innere des Körperchens hinein. Zuweilen verliert sie schon im Stiel die Myelinscheide, gewöhnlich behält sie aber dieselbe ebenso wie die Schwannsche Scheide noch bis zum Anfang des Innenkolbens. Wo die Schwannsche Scheide endigt, oder wie sie sich beim Uebergang in die blasse Nervenfaser verhält, ist eine sehr schwierige Frage und es gelang uns nicht in derselben ins Reine zu kommen. Im Stiel läuft sie, vom circulären Fasergewebe umgeben und dann im Innenkolben eine Strecke fort, und giebt gewöhnlich erst jetzt ihre Myelinscheide, die sich dabei zuspitzt, plötzlich ab, verschmälert sich dann ein wenig, um sich bald wieder ziemlich stark zu verbreitern und als sogenannte Terminalfaser durch den Innenkolben zu verlaufen. Sie plattet sich ab und wird bandförmig, mit den Rändern gegen die beiden Kernreihen gestellt; wenn man ein Körperchen von den Kernreihen her (Fig. 4, 8, 3) betrachtet, zeigt sich deshalb die Nervenfaser unterhalb der oberen Kernreihe als ein schmaler Faden, welcher an einem gedrehten Körperchen (Fig. 3) allmählig die breitere Bandform annimmt. Die Terminalfaser ist blass, im frischen Zustande homogen oder schwach längsgestreift, durchsichtig und hell, nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure etwas graulich; durch Holzessig und Essigsäure wird sie äusserst blass. An ihren Rändern sahen wir keine Scheidenbildung; nur sind diese oft etwas glänzend, schwach körnig und markiren sich mit scharfer Grenze gegen die Innenkolbensubstanz; zuweilen treten ihre Grenzen aber nur undeutlich hervor, wie z. B. nach Behandlung mit Goldchlorid, wodurch sie zugleich mit der Innenkolbensubstanz violett werden. Die Terminalfaser verläuft in der geschilderten Weise gegen den Gipfel des Körperchens hin und endigt in der Nähe des peripherischen Endes des Innenkolbens. Die hier vorkommenden Endorgane sind von etwas wechselnder Gestalt. Wir untersuchten dieselben vorzugsweise in ganz frischem Zustande, in Humor aqueus; durch die gewöhnlichen Reagenzien werden sie nämlich im Allgemeinen undeutlich oder es wird sogar ganz unmöglich sie zu entdecken. Oft bestehen sie nur aus einer kleinen rundlichen oder keulenförmigen Erweiterung der Terminalfaser (Fig. 15, 16); diese Erweiterung erscheint körnig und enthält in der Regel einige etwas grössere, gelblich glänzende Körner. In anderen Fällen ist eine wirkliche körnige Endknospe vorhanden, die sogar recht gross sein kann und der der Säugethiere sehr ähnlich ist (Fig. 13, 14); die Form dieser Endknospe wechselt, sie ist bald rundlich, bald höckerig, bald die eines Pilzhuts (Fig. 14). Oft sitzen auch an diesen grösseren Endknospen gelbliche glänzende Körner; solche haften zuweilen eine Strecke nach unten hin der Terminalfaser selbst an (Fig. 13). Zuweilen wird das äusserste Ende der Terminalfaser ganz dünn und blass, ehe sie in die Endknospe übergeht (Fig. 14). Es kommt auch vor, dass der Gipfel des Körperchens nach der Seite gebogen oder umgeknickt ist (Fig. 17); dann ist auch der Innenkolben und die in ihm befindliche Terminalfaser seitlich gebogen und das Endorgan liegt im umgeknickten Ende des Innenkolbens.

Die eben gegebene Schilderung gilt, wie oben erwähnt wurde, nicht nur für die Pacinischen Körperchen, die neben den Unterschenkelknochen liegen, sondern auch für die zerstreut in der Haut, besonders neben den Federwurzeln, vorhandenen (Taf. XXXVI Fig. 6); die in der Haut befindlichen sind nur im Ganzen von verhältnissmässig geringen Dimensionen; ferner fanden wir ganz denselben Bau bei den in der Schleimhaut der Cloake zahlreich liegenden Körperchen, die indessen im Allgemeinen von bedeutendem Umfang sind.

In der Zunge und dem Schnabel der Ente fanden wir eine Form von Pacinischen Körperchen, welche von der oben beschriebenen in einigen Beziehungen abweicht (Taf. XXXVI Fig. 7, 8, 9). Zwar findet sich hier zu äusserst eine Reihe von dünnen, dichtliegenden, kernführenden Kapsellamellen, welche dem äusseren Kapselsystem der ersten Form entspricht. Nach innen von diesen äusseren Kapsellamellen sieht man nun am optischen Längsdurchschnitt eine Anzahl von etwas weiter von einander getrennten, dünnen concentrischen Lamellen, an welchen man zahlreiche, im optischen Querschnitt als feine Punkte erscheinende, quergehende Fasern wahrnimmt. An diesen Lamellen finden sich hie und da längliche Kerne von wechselnder, im Ganzen aber spärlicher Anzahl; durch Essigsäure schwellen nun diese Lamellen an und ähneln dann den Kapseln der Pacinischen Körperchen der Säugethiere; sie entsprechen auch wahrscheinlicher Weise dem quergehenden Fasergewebe der ersten Form der Vogelkörperchen. Nach innen von diesen Lamellen findet man nun aber eine ziemlich breite Zone, welche aus einer grossen Menge feiner Punkte besteht, die in dicht gedrängten Reihen concentrisch um den Innenkolben angeordnet sind. Diese Punkte erweisen sich bei veränderter Einstellung des Focus als optische Durchschnitte feiner Fasern, welche in querer Richtung gegen die Axe des Körperchens, also circulär um den Innenkolben verlaufen. Bei genauer Betrachtung des optischen Durchschnitts nimmt man ferner an den Faserschichten äusserst feine Linien wahr, welche in ganz derselben concentrischen Anordnung sich finden. Diese Linien sind aber optische Durchschnitte sehr dünner, glasheller Häutchen,

an welchen eben die Fasern verlaufen, die aber keine Kerne führen. Durch Essigsäure schwellen die in den Häutchen befindlichen Faserschichten an und werden homogen; die Häutchen selbst bleiben dabei in ihrer schönen concentrischen Anordnung noch lange sichtbar (Taf. XXXVI Fig. 9). In Bezug auf das Verhalten der Häutchen und der Faserschichten am Stielende, d. h. zu der eintretenden Nervenfaser, findet man, dass zwar die äusseren Kapselhäutchen in die perineuralen Lamellen der Nervenfaser übergehen; alle übrigen aber, sowohl die mittleren Häutchen als die Faserschichten, enden unmittelbar rings um die Schwannsche Scheide der Nervenfaser, oder, wenn man lieber will, die Nervenfaser durchbohrt die Schichten bei ihrem Verlauf zum Innenkolben (Taf. XXXVI Fig. 7, 9). Bei dieser Form der Körperchen ist ferner der Innenkolben im Allgemeinen viel kürzer als bei der zuerst beschriebenen; die markhaltige Nervenfaser läuft, von einer oft sehr deutlichen Schwannschen Scheide umgeben, eine verhältnissmässig weite Strecke ins Körperchen hinein, ehe sie in den Innenkolben eintritt; letzterer endigt dann auch ziemlich weit vom Gipfel des Körperchens; er ist von homogenem Aussehen und mit den beiden gewöhnlichen Kernreihen besetzt (Fig. 7, 9); die Kerne kommen sogar auch weiter nach unten neben der myelinhaltigen Nervenfaser vor (Fig. 9); letztere geht, in den Innenkolben eingetreten, als blasse Terminalfaser bis zum Ende des Kolbens, wo sie mit einem kleinen körnigen Knöpfchen endigt. Im Schnabel der Ente findet sich auch eine ausserordentlich grosse Menge von Pacinischen Körperchen, von welchen oft eine Anzahl weit hinaus in den schmalen Papillen, sogar nahe an deren Spitzen liegt (Taf. XXXVI Fig. 13).

Die dritte von uns beobachtete Form der Pacinischen Körperchen ist die zuerst von Leydig in dem Schnabel der Schnepfe beschriebene. Sie unterscheidet sich (Taf. XXXVI Fig. 10, 11) von den beiden ersten Formen durch mehrere Eigenthümlichkeiten. Wenn man eins von den in den dichtstehenden rundlichen Grübchen im Knochengewebe des Schnabels, wie Eier in Vogelnestern, an einander liegenden, mehr rundlich ovalen, im Ganzen ziemlich kleinen Körperchen frisch oder nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure untersucht, findet man nach aussen hin eine dünne Kapselschicht, welche gegen das umgebende Gewebe scharf begrenzt ist und im Bau dem äusseren Kapselsystem der beiden ersten Formen entspricht, im Allgemeinen aber viel dünner ist; innerhalb dieser Schicht findet sich dann eine breite Zone, in welcher man im optischen Durchschnitt eine Zeichnung von undeutlich concentrischen Streifen wahrnimmt (Fig. 10). Wenn man nun die Oberfläche des Körperchens in den Focus einstellt, sieht man in dichter Lage feine Fasern, welche unter schiefem Winkel einander kreuzen, im Ganzen aber der Länge des Körperchens nach ziehen. Statt der bei den ersten beiden Formen vorhandenen Querfaserlage liegt hier also eine aus verschiedenen Schichten bestehende Zone von Längsfasern vor. Aber innerhalb letzterer findet sich dann noch eine dünne Lage von Querfasern, welche zunächst um den Innenkolben liegt und ihn circulär umwickelt; die Fasern dieser Lage kreuzen sich in schiefem Winkel und stimmen mit der dicken Querfaserlage der ersten beiden Formen überein. Hier liegt mithin ein Verhältniss vor, welches mit einem von uns bei den Subarachnoidalbalken beschriebenen übereinstimmt; an gewissen mit Fibrillenscheide versehenen Balken fanden wir ja auch zuweilen in der Scheide eine solche Abwechselung von Schichten längs- und quergehender Fasern (Erste Hälfte Taf. XV Fig. 7). Durch Essigsäure (3 %) schwellen diese beiden Schichten vollständig an (Fig. 11), werden homogen und so hell und durchsichtig, dass Leydig wahrscheinlich deshalb hier nur einen von Flüssigkeit eingenommenen Raum vermuthet hat. Der Innenkolben ist breit, im Durchschnitt rundlich, erscheint homogen oder feinkörnig und ist an zwei gegenüberliegenden Seiten mit den beiden gewöhnlichen Kernreihen besetzt; diese Kerne sind mehr oder weniger ausgezogen rectangulär und liegen dicht gedrängt mit ihrer Längsaxe quer gegen die Längsaxe des Innenkolbens gerichtet; hierdurch entsteht ein eigenthümliches quergeripptes Aussehen, wovon die von Leydig erwähnten zwei quergerippten Streifen herrühren. Aus unserer Beschreibung geht nun hervor, dass diese Gebilde wirkliche Zellenkerne sind. Von der Seite gesehen scheint es als ob der Innenkolben quergestreift sei; dies ist aber nur die Folge der Querstreifung der ihn zunächst umgebenden Faserschicht, welche ausserhalb der beiden Kernreihen liegt. Die Nervenfaser geht myelinhaltig ins Körperchen hinein, verliert beim Eintritt in den Innenkolben ihre Myelinscheide, verläuft als blasse Terminalfaser bis zum Ende des Innenkolbens und endigt hier in einem verhältnissmässig sehr grossen Endorgan, einer stark körnigen, gelblich glänzenden Endknospe. Zuweilen, obwohl selten, finden sich zwei oder gar drei solche Endknospen in etwas verschiedener Höhe im Innenkolben, und die Terminalfaser sendet dann zu denselben je einen Zweig.

Nach dieser Beschreibung des Baues der Pacinischen Körperchen der Vögel bleibt uns betreffs derselben übrig, ihre einzelnen Theile mit denen der Säugethiere zu vergleichen, um die Uebereinstimmung und die Ver-

schiedenheiten in der Organisation beider möglichst genau zu verstehen. Bezüglich des wichtigsten Theils, der Nervenfaser mit ihren Endorganen, ist die Uebereinstimmung im Ganzen einleuchtend; nur ist bei den Vögeln die Nervenfaser in der Regel einfach, nicht verzweigt, und zeigt weniger deutlich eine Zusammensetzung aus Fibrillen; die Endknospen sind bei den Vögeln häufig kleiner als bei den Säugethieren. Der Innenkolben ist bei den Vögeln von geringem Umfang; die beiden ihm anliegenden Kernreihen scheinen den Vögeln eigenthümlich zu sein; indessen könnte man beim Kaninchen die zunächst um den Innenkolben, obwohl nicht in zwei Reihen, sondern zerstreut liegenden Kerne der innersten Kapseln diesen Kernen bei den Vögeln zur Seite stellen. Was nun die Kapseln der Vogelkörperchen betrifft, so könnte es scheinen, als ob eine Vergleichung mit denen der Säugethierkörperchen in der That einige Schwierigkeiten darbiete. Indessen scheint es uns, als ob auch hier im Ganzen dasselbe Princip des Baues vorhanden sei. Das äussere Kapselsystem bei den Vögeln ist als aus solchen Kapseln bestehend zu betrachten, bei welchen die Zellenhäutchen, aber nicht die Fibrillenschichten entwickelt sind. Schwieriger lässt sich das innerhalb dieses äusseren Kapselsystems befindliche Fasergewebe auf die Kapseln der Säugethierkörperchen zurückführen. Indessen scheint es uns, als ob die in concentrischen Reihen liegenden Zellen und Häutchen eine, zwar unvollständige, aber doch ziemlich deutlich ausgedrückte Andeutung von einer Zusammensetzung dieses Gewebes aus einzelnen Kapseln geben. Bei der ersten Form der Vogelkörperchen bilden diese Zellen aber keine zusammenhängende Häutchen, wogegen die zwischen diesen Zellenschichten liegenden Fasern so massenhaft entwickelt sind, dass sie die Zellen gewissermassen verbergen. Von ihnen rührt auch meistens das eigenthümliche Aussehen der Vogelkörperchen her. Durch eine derartige Zurückführung des Fasergewebes, sei es aus quer- oder längsgehenden Fasern zusammengesetzt, auf unvollständig getrennte Kapseln mit mehr oder weniger massenhafter Ausbildung der Fasern, würde indessen diese Eigenthümlichkeit der Vogelkörperchen verständlich.

Nachdem wir das Verhalten der Scheidenbildungen der peripherischen Nerven zu den Pacinischen Körperchen studirt hatten, zogen wir auch eine Reihe anderer Endorgane dieser Nerven in den Kreis unserer Untersuchungen hinein. Unter diesen haben wir für die folgende Darstellung besonders die Endkolben in der Conjunctiva des Menschen und Kalbes, die in der Clitoris und dem Penis des Kaninchens und Menschen und die Zellenendkolben in der Zunge und dem Schnabel der Ente ausgewählt.

Der Bau der Endkolben der Conjunctiva.

Geschichtliches.

Bekanntlich beschrieb zuerst W. Krause [1]) unter dem Namen »Endkolben» in der Conjunctiva sowie in der äusseren Haut und den Schleimhäuten eine Art von Endorganen markhaltiger Nervenfasern, welche in mehrfacher Hinsicht den Pacinischen Körperchen ähneln oder gar ein Mittelglied zwischen letzteren und den Tastkörperchen der äusseren Haut bilden sollten. In der Conjunctiva hatte er diese Endkolben besonders beim Menschen, Affen,

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd V. 1858. — Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860.

Rind, Schaf, Schwein und Pferde gefunden. Er unterschied zwei Formen von Endkolben, nämlich die beim Menschen und Affen vorkommende rundliche und die länglich-ellipsoidische der übrigen Säugethiere. Die Zusammensetzung dieser beiden Formen sei sonst fast die gleiche. Sie bestehen aus einer Bindegewebshülle, einem Innenkolben und einer oder mehreren Terminalfasern. Die aus zartem Bindegewebe mit eingelagerten länglichen Kernen gebildete Hülle stehe in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Neurilem (Krause, d. h. der Schwannschen Scheide) der zugespitzt endigenden Nervenfibrille. Der innerhalb dieser Hülle liegende, annähernd cylinderförmige und verhältnissmässig dicke Innenkolben bestehe aus feingranulirter mattglänzender, zuweilen eine feine Längsstreifung zeigender Substanz. In seiner Mitte verlaufe die Terminalfaser, welche eine unmittelbare, blasse, wahrscheinlich abgeplattete Fortsetzung der doppeltcontourirten Nervenfibrille sei; sie zeige sich zuweilen von zwei ganz feinen, parallelen Contouren begrenzt. Ihr Ende sei hie und da nicht rundlich kolbenförmig, sondern unregelmässig gezackt, obwohl sehr blass, ganz wie das Ende der Terminalfaser in den Pacinischen Körperchen. Bei der rundlichen Form sei die Terminalfaser seltener einfach und verlaufe dann gewöhnlich etwas gewunden; meistens theilen sich die eintretenden Nervenfibrillen sofort di- oder trichotomisch in gewunden verlaufende, blasse Terminalfasern, die an verschiedenen Stellen der Endkolben stückweise zum Vorschein kommen und nach mehrfachen Biegungen und Krümmungen oft mit knopfförmigen Anschwellungen in der Substanz des Innenkolbens endigen. Der Eintritt der Nerven in diese Endkolben sei sehr verschieden, bald gestreckt, bald hakenförmig gebogen oder knäuelförmig gewunden; bald theilt sich der Nerv, beide Fasern verlaufen neben einander und treten in denselben Endkolben ein. Bei der ovalen Form sei aber nur eine Terminalfaser vorhanden; Krause glaubte hier Theilung dieser Faser und des Innenkolbens ein paar Mal gesehen zu haben; übrigens kommen mehrere Modificationen in der Gestalt vor, wie Biegungen, Einknickungen u. s. w. Ausserdem beschrieb er, wie vorher Kölliker, in der Conjunctiva des Menschen (und Affen) besondere Nervenknäuel, welche aus vielfachen Durchschlingungen einer oder mehrerer Nervenfibrillen bestehen, die ihren Weg dann weiter verfolgen. Krause untersuchte die Endkolben sowohl im frischen Zustande als nach Behandlung mit Essigsäure und Natron.

Frey [1]) gelang es zuerst diese Krauseschen Endkolben wiederzufinden. »Für die Conjunctiva des Kalbes», sagt er, »kann ich das schwer zu untersuchende Structurverhältniss bestätigen».

Gegen die Lehre Krauses von den Endkolben trat dann J. Arnold [2]) mit einer energischen Opposition auf. Er erklärte sogar die fraglichen Organe für Kunstproducte, durch die Präparation auf mechanischem Wege erzeugt; die einzelnen Theile der Krauseschen Kolben seien nämlich nichts als veränderte Bestandtheile einer dunkelrandigen Primitivfaser, indem die bindegewebige Hülle der veränderten Scheide, der Innenkolben dem Umwandlungsproducte des Nervenmarks, die Terminalfaser dem Axencylinder der zutretenden Nervenfaser entspräche; von den vermeintlichen Endkolben setzten sich nicht nur lichte Nervenscheiden, sondern auch dunkelrandige Fasern fort. Den Krauseschen Kolben kommt mithin keine terminale Bedeutung zu; die Nerven endigen in der Conjunctiva in Form eines Netzes von blassen Fasern. Arnold behandelte die Conjunctiva mit verd. Salpetersäure und mit Essigsäure.

Die Angaben Krauses wurden dann durch die unter Köllikers Leitung ausgeführten Untersuchungen Lüddens [3]) vollständig bestätigt, und zwar sowohl beim Menschen als bei andern Säugethieren. Er benutzte eine Präparationsflüssigkeit von 6—10 Tropfen concentrirter Essigsäure auf 1/2 Unze Wasser. Bei den Säugethieren fand er ebenfalls die Gestalt der Endkolben länglich, meist am centralen Ende zugespitzt und am anderen kolbenförmig verdickt. Die äussere kernhaltige Hülle könne als eine Fortsetzung des Neurilems der Nervenfaser angesehen werden. Der Innenkolben sei meist homogen, manchmal vielleicht durch äussere Einwirkungen fein granulirt oder gestreift, von halbweicher Consistenz und scheine mit einer eigenen kernhaltigen Membran versehen zu sein. Die Terminalfaser durchziehe als ein schmales mattglänzendes Band das Centrum des Körperchens und endige nahe an dem peripherischen Ende des Innenkolbens mit einer kolbigen oder knopfförmigen Anschwellung. Ganz gewöhnlich zeige der Kolben eine Schlängelung oder Knickung. Beim Menschen und Affen seien die Endkolben schön rund, selten etwas oval. Sonst bestehen sie ebenfalls aus Hülle, Innenkolben und Terminalfaser, die hier aber häufig, ja sogar gewöhnlich, mehrfach ist. Die Zahl der herantretenden Nervenfasern sei in Uebereinstimmung damit sehr wechselnd; gewöhnlich begeben sich zwei, seltener eine dunkelrandige Primitivfaser zu einem Kolben; bevor sie eintreten oder nach dem Eintritt bilden sie häufig einen mannigfaltig verflochtenen Nervenknäuel, aus dem in ersterem Falle wieder Primitivfasern, im zweiten Terminalfasern hervortreten. Letztere verlaufen gerade oder geschlängelt, zuweilen sich

[1]) Histologie und Histochemie des Menschen. Leipzig 1859.
[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd. 24. 1862.
[3]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 12. 1863.

noch theilend, bis nahe an die Grenze des Innenkolbens, wo sie kolbig verdickt enden. Lüdden suchte endlich die Arnoldschen Einwendungen gegen die natürliche Existenz der Endkolben auf das Bestimmteste zu widerlegen.

Kölliker [1]) trat den Angaben Lüddens und mithin auch Krauses vollkommen bei.

Mauchle [2]), der bei Eberth arbeitete, versuchte durch Goldchlorid und durch Ueberosmiumsäure die Endkolben nachzuweisen, aber ohne Erfolg. Durch Essigsäure (1—2 Tropfen conc. Säure auf eine Unze Wasser) gelang es ihm nicht nur die Existenz dieser Gebilde beim Menschen und Kalbe zu bestätigen, sondern auch den Bau derselben mit den Darstellungen Krauses und Lüddens völlig übereinstimmend zu finden. Bei anderen Säugethieren konnte er die Endkolben nicht sehen.

Helfreich [3]) sah aus den feinen subepithelialen Plexus eine Menge feiner markloser Fasern abgehen, dicht unter dem Epithel verlaufen und hier frei enden. Betreffs der Endkolben gab er aber an, dass er nur einmal, und zwar beim Frosche, eine den Endkolben ganz ähnliche Bildung gesehen habe. Uebrigens scheint er die eigentlichen Endkolben nicht aufgefunden zu haben.

Morano [4]), welcher die Enden der Conjunctivalnerven bis ins Epithellager verfolgte, führte nur die bezüglichen Angaben Krauses, Arnolds, Lüddens und Freys kurz an, ging aber sonst mit Stillschweigen an den Endkolben vorüber.

Stricker [5]) gab in seiner Beschreibung der Conjunctiva nur die positiven sowie die negativen Ansichten anderer Forscher bezüglich der Endkolben wieder.

Ciaccio [6]) gelang es dagegen beim Menschen, besonders durch Goldchlorid, die Endkolben darzulegen. Er beschrieb an ihnen eine feine kernführende Hülle als Fortsetzung des Neurilems der eintretenden Nervenfaser; innerhalb dieser Hülle fand er eine Substanz mit vielen sehr feinen Körnchen und eine oder mehrere blasse Fasern, welche sich von der zum Kolben tretenden markhaltigen (1—4fach vorhandenen) Nervenfaser herleiteten. Wie die blassen Fasern endigten, konnte er aber nicht deutlich wahrnehmen. Ausserdem beschrieb er hier eine andere Art von Nervenendigungen, die »fiocchetti nervosi terminali», welche aus einer äusserst feinen und durchsichtigen Scheide und einem reichlichen Nervenfaserknäuel bestehen; letzterer sei durch mehrfache Theilung der eintretenden Markfaser entstanden.

Waldeyer [7]) kam bei seinen Untersuchungen über die Conjunctiva zu vollständig negativen Resultaten bezüglich der Existenz der Endkolben. »Es fällt mir schwer», sagt er, »Forschern wie W. Krause, Kölliker und Frey nicht zustimmen zu können und mit einer direct negirenden Angabe hier eintreten zu müssen. Ich habe jedoch sowohl in der Conjunctiva des Menschen wie auch in der des Kalbes stets vergeblich nach den Krauseschen Endkolben gesucht, ungeachtet ich mich mit aller Sorgfalt an die von W. Krause empfohlenen Methoden hielt. Was für mich besonders ins Gewicht fällt, ist ausser den bereits von J. Arnold vorgebrachten Gründen, die Thatsache, dass ich stets jeden einzelnen Nervenfaden der Conjunctiva, welchen ich überhaupt ins Gesichtsfeld des Microscopes bringen konnte, mit grösster Bestimmtheit bis zu seinem Uebergange in eine marklose Faser direct zu verfolgen vermochte, aber niemals dabei auf einen Endkolben oder ein ihm nur ähnliches Gebilde gestossen bin. Es muss schon sehr auffallen, dass die Endkolben selbst von W. Krause bei einzelnen Thieren ganz vergeblich gesucht wurden, und dass sie beim Menschen eine ganz andere Form haben sollen, wie beim Kalbe — eine Form, welche bei manchen der gegebenen Abbildungen (cf. Köllikers Gewebel. Fig. 59, 1 u. Freys Histol. Fig. 314, 2) einen starken histologischen Glauben erfordert».

Dann hat Longworth [8]), welcher seine Untersuchungen in Waldeyers Laboratorium ausführte, mittelst der Ueberosmiumsäure die Endkolben des Kalbes und Menschen wieder aufgefunden und er meint nicht nur die Existenz derselben als normaler Gebilde über jeden Zweifel sicher gestellt, sondern endlich Aufschlüsse über einige bisher nicht bekannte Texturverhältnisse, die seiner Ansicht nach für die Beziehungen der Endkolben zu den übrigen Nervenendorganen nicht ohne Interesse sein dürften, gegeben zu haben. Die länglichen Endkolben des Kalbes be-

[1]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 4. Auflage. 1863.

[2]) Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Bd 41. 1867.

[3]) Ueber die Nerven der Conjunctiva und Sclera. Würzburg 1870.

[4]) Archiv für Ophthalmologie. Bd. 17. Abtheilung. II. 1871.

[5]) Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. Bd. II. Leipzig 1872.

[6]) Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. III. Tomo IV. Fascicolo 4. 1874.

[7]) Handbuch der gesammten Augenheilkunde red. von A. Græfe und T. Sæmisch. Bd. I. Theil 1. Leipzig 1874.

[8]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd XI. 1875.

sässen eine Bindegewebshülle, welche aus zwei Blättern bestehe, einem äusseren und einem inneren. Das innere gehe von der Schwannschen Scheide aus, liege dem Innenkolben sehr dicht an und sei mit reichlichen Kernen versehen; das äussere, ebenfalls kernhaltige Blatt stehe mit dem Neurilem des eintretenden Nerven in Verbindung und sei von dem inneren Blatte durch einen beträchtlichen Raum, welcher mit einer augenscheinlich homogenen Substanz ausgefüllt sei, getrennt. Diese zwei Blätter lassen sich auch bei den rundlichen Endkolben des Menschen demonstriren, doch liegen sie hier viel näher an einander, und die Verbindung des inneren Blattes mit der Schwannschen Scheide sei schwer nachzuweisen. Der Innenkolben der ovalen Endkolben bestehe aus einer scheinbar homogenen, oder aber mitunter schwach granulirten Substanz, welche das blasse Nervenendstück eingebettet enthält. »Dagegen kann man bei den rundlichen Endkolben mit einer etwas stärkeren Vergrösserung an Osmiumpräparaten wahrnehmen, dass die ganze Masse des sogenannten Innenkolbens aus eng aneinander gelagerten, mitunter einige Fetttröpfchen enthaltenden kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist». Hierdurch würden die rundlichen Endkolben in dieser Beziehung mit der Structur der Tastkörperchen übereinstimmen, während die ovalen zu der Gruppe der Pacinischen Körperchen zu stellen wären; es war ihm nämlich bisher nicht möglich eine zellige Zusammensetzung an dem Innenkolben der ovalen Endkolben nachzuweisen. An den rundlichen sah er mitunter Zeichnungen, welche den blassen Endstücken des Nerven in den ovalen glichen. Bei den ovalen sah er stets nur einen einzelnen Nervenast eintreten, bei den rundlichen sehr häufig zwei, sogar drei oder vier, welche letztere fast immer aus der Theilung eines Nerven in der Nähe des Endkolbens resultiren, oder aber aus demselben Nervenbündel her kommen; nur einmal sah er zwei Nerven von verschiedenen Bündeln in demselben Endkolben endigen. CIACCIOS »fiocchetti nervosi» konnte LONGWORTH nicht auffinden.

WALDEYER stimmte in einem Anhang zu LONGWORTHS Abhandlung den Ansichten desselben bei, indem er von der Richtigkeit der Angaben desselben sich vollkommen überzeugt hatte. Er nahm deshalb seine früheren negativen Mittheilungen ausdrücklich zurück. »Es würde mich freuen», sagt er, »wenn diese Publication zur definitiven Beseitigung eines der vielen Streitobjecte in der Histologie führen möchte». Nach Einsicht der Merkelschen Präparate über Nervenendigungen in der Haut hat WALDEYER die conjunctivalen Endkolben des Menschen noch einmal geprüft. »Ich konnte mich dabei an Osmiumpräparaten auf das Bestimmteste von dem Uebergange einzelner Nervenfasern in die Zellen, aus denen der Binnentheil des Endkolbens sich zusammensetzt, überzeugen. Das Verhalten erscheint hier ganz so, wie bei den Tastkörperchen. Der oder die in den Endkolben eingetretenen Nervenfasern theilen sich innerhalb desselben noch einigemale, und diese Theilfasern gehen unmittelbar in die Zellen des Binnentheils über, die somit als nervöse erscheinen».

Histologische Beschreibung.

Die Endkolben in der Conjunctiva des Kalbes.

(Taf. XXXIV Fig. 13—18).

Wir beginnen mit der Beschreibung der Endkolben des Kalbes, weil sie viel einfacher gebaut sind und am meisten den Pacinischen Körperchen ähneln.

Bei der Erforschung dieser Endkolben haben wir theils nach KRAUSES Anrathen die Untersuchung im frischen Zustande und das Einlegen in Essigsäure (3 %), theils auch die Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Goldchlorid angewandt; vortheilhaft erwies sich auch ein kürzeres Eintauchen der mit Essigsäure behandelten Präparate in Ueberosmiumsäure. Zur Färbung gebrauchten wir bei den Osmiumpräparaten vorzugsweise das Bealesche Carmin, bei den Essigsäurepräparaten aber saures Carmin oder auch Anilin.

Unter den mehrfachen von uns angewandten Präparirmethoden, um die Körperchen zu gewinnen, können wir besonders die folgende empfehlen. Man schäle die Conjunctiva bulbi eines kurz vorher getödteten Kalbes in einigen

grösseren Sectoren und genau bis zum Cornealrande ab. Dann spanne man diese Stücke in Humor aqueus mit Nadeln in der Lage aus, dass die Epithelschicht nach oben liegt; mit einer feinen Pincette hebt man die alleroberflächlichste Schicht (Epithel nebst der äussersten dünnen Bindegewebsschicht) und löst sie mit einer feinen Scheere sorgfältig ab. Nachdem man diese Schicht auf das Objectglas übergeführt hat, spannt man sie wieder möglichst aus und befestigt sie in solchem Zustand; wenn man z. B. die äussersten Enden der Schicht am Glas vertrocknen lässt, bleibt das sonst sehr contractile Gewebe schön ausgespannt. In dieser Weise kann man die Nerven der Conjunctiva in ihrem Verlauf unter dem Mikroskop verfolgen und erkennt bald die hie und da, gewöhnlich in Gruppen, liegenden Endkolben als sehr blasse, an den Rändern schwach glänzende, ovale oder längliche, sogar wurstförmige Körperchen; in das eine Ende derselben tritt eine markhaltige Nervenfaser ein, um gleich danach als blasser Faden zum entgegengesetzten Ende des Körperchens zu verlaufen. Zwar lassen sich die Endkolben in diesem frischen Zustande ohne Schwierigkeit auffinden, doch schien es uns, als ob die Structur derselben durch gewisse Behandlungsmethoden viel leichter zu erforschen wäre. Durch eine vorsichtige Abpinselung des Epithels gewinnt das Präparat wohl an Durchsichtigkeit; nicht selten werden aber dabei auch die Endkolben mit demselben abgelöst, so dass man dann oft blind endigende Nervenfasern bekommt. Wenn man die vom frischen Auge abgelösten und mit Nadeln ausgespannten Stücke der Conjunctiva unter einer ziemlich schwachen Ueberosmiumsäurelösung (z. B. von 0.2—0.3 %) in der oben beschriebenen Weise präparirt, d. h. die alleroberflächlichste Schicht ablöst, so bleibt durch die Einwirkung der Säure die Schicht in mehr oder weniger ausgespanntem Zustand und lässt sich dann gut untersuchen. Die Nerven sind nun leichter zu verfolgen und die Endkolben auch weniger schwierig zu finden.

Man kann ebenfalls von der Innenfläche her das abgetragene Stück der Conjunctiva in ausgespannter Lage allmählig durch Abpräpariren der bindegewebigen Schichten verdünnen; dies gelingt in vielen Fällen; die erste Methode führt aber im Allgemeinen sicherer zum Ziele.

Wenn man nun die in Ueberosmiumsäure erhärteten Endkolben näher betrachtet, findet man sie, wie im frischen Zustande, von länglicher, theils mehr länglich-ovaler, theils mehr wurstförmiger Gestalt und von rundlichem Querschnitt. Sie sind von ziemlich wechselnder Länge und auch von verschiedener Breite. Bei einem und demselben Körperchen kann die Breite so ziemlich gleich bleiben; gewöhnlich sind aber die Körperchen an einem Ende, und zwar oft am Eintrittsende des Nerven, schmäler, gegen das andere Ende hin verbreitert. Das äussere Ende ist im Allgemeinen mehr oder weniger stumpf. Bald sind die Endkolben gerade, bald in verschiedener Weise gebogen. Gewöhnlich liegen sie mit ihrer Längsaxe der Oberfläche der Conjunctiva parallel, zuweilen findet man sie aber auch schief oder rechtwinklig gegen diese Oberfläche gestellt. Die meisten Endkolben sind in der Weise zu den Nerven der Conjunctiva angeordnet, dass von einem Nervenzweige einzelne Markfasern sich unter einem Winkel trennen und nach kürzerem oder längerem Verlaufe in einen Endkolben eintreten. Zuweilen lösen sich aber die Nervenfasern nicht in dieser Weise ab, sondern die Endkolben, in welchen sie endigen, liegen dem Nervenzweig dicht angeschlossen; man findet deswegen bei genauem Betrachten hie und da im Verlaufe der Nervenzweige solche Endkolben, die sich mitunter sogar um den Nerven in verschiedener Weise biegen und recht schwer wahrnehmbar sein können. Nicht selten findet man sie auch sich Blutgefässen nahe anschmiegen. Sie liegen im Allgemeinen dicht unter dem Epithel. Da letzteres die genauere Untersuchung der Endkolben etwas erschwert, kann man durch vorsichtige Abpinselung die obere Schicht desselben ablösen; nachdem diese Schicht, welche zum grossen Theil aus schönen, oft gruppenweise angeordneten, sogenannten Becherzellen mit zwischen ihnen stehenden schmäleren Cylinderzellen besteht, abgetrennt ist, bleibt in der Regel die innere, aus platteren polygonalen Zellen gebildete Schicht an der Oberfläche zurück, welche letztere die Erforschung der Endkolben nicht besonders hindert. Wie mehrere Beobachter hervorgehoben haben, trifft man die fraglichen Gebilde am zahlreichsten in der Nähe des Cornealrandes; sie liegen aber zuweilen auch ziemlich weit von demselben entfernt, in dem Verlaufe der Nervenäste.

Wenn man nun den feineren Bau der Endkolben, vorzugsweise nach der Behandlung mit Ueberosmiumsäure, berücksichtigt, unterscheidet man leicht eine äussere Hülle, einen Innenkolben und eine in letzterem verlaufende blasse Faser; zu dem einen Ende des Kolbens tritt eine markhaltige, von ihrem Perineurium umgebene Nervenfaser. Die äussere Hülle besteht aus dünnen glashellen, homogenen Häutchen, in welchen hie und da ovale, im optischen Durchschnitt schmal spindelförmig erscheinende Kerne liegen. Von solchen Häutchen unterscheidet man in der Regel drei, zuweilen sieht man deren nur zwei. Sie sind mitunter, obwohl mehr selten, nahe an einander gedrängt; gewöhnlich aber sieht man nicht unbedeutende Zwischenräume zwischen ihnen, welche von einer klaren Flüssigkeit erfüllt zu sein scheinen. Am freien Ende des Endkolbens biegen sich diese Häutchen oder Kapseln

concentrisch um und enden mit blinder blasenförmiger Ausbuchtung. Nach dem Stiel hin gehen sie unmittelbar in die perineuralen Lamellen des hinzutretenden Nervenästchens über oder, vielleicht richtiger, sind als directe Fortsetzungen derselben zu betrachten. Innerhalb der beschriebenen Hülle findet sich der Innenkolben. Er beginnt mit einer Zuspitzung um die eintretende Nervenfaser, erweitert sich bald nur ganz allmählig, bald ganz schnell und endet am äusseren Ende des Endkolbens, ebenfalls bald allmählig zugespitzt, bald mit stumpferer Abrundung. Der Querschnitt des Innenkolbens ist im Allgemeinen rund; seine Breite ist nicht nur bei verschiedenen Endkolben, sondern auch, wie angedeutet wurde, bei demselben Körperchen etwas verschieden; bald ist er an der inneren, bald an der äusseren Hälfte breiter; recht häufig kommen quere Einschnürungen an ihm vor, so dass er gleichsam aus mehreren Partien zusammengesetzt erscheint. Er folgt bei gebogenem Endkolben den Biegungen dieses, bildet aber auch selbständige Schlängelungen innerhalb der Kapseln. Die im frischen unerhärteten Zustande ganz farblose, helle Substanz des Innenkolbens wird durch die Ueberosmiumsäure etwas graulich, weniger durchsichtig; sie erscheint auch dann zwar ziemlich homogen oder äusserst schwach körnig, lässt aber bei genauerer Betrachtung eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte, feine und dichte Längsstreifung erkennen. Im Ganzen ähnelt diese Substanz der des Innenkolbens der Pacinischen Körperchen. Kerne oder kernähnliche Bildungen kommen in ihr nicht vor, ebenso wenig sieht man eine Eintheilung in kleinere Territorien. Der Innenkolben ist von einem dünnen, einzelne ovale Kerne führenden Häutchen umgeben, welches ihn gewöhnlich dicht umschliesst, zuweilen aber auch etwas von ihm absteht; dies Häutchen lässt sich bezüglich des Baues nicht von den äusseren Kapselhäutchen unterscheiden.

Die Nervenfaser, welche, oft durch Theilung entstanden, in dem zutretenden Nervenästchen vollständig den Bau der markhaltigen Nervenfasern besitzt, mithin aus Axencylinder, Myelinscheide und Schwannscher Scheide besteht und an letzterer die gewöhnlichen, in gewissen Abständen liegenden Einschnürungen und Kerne zeigt, läuft, vom Perineurium umgeben, in den Innenkolben hinein und giebt entweder bald vorher oder gleich beim Eintritt die Myelinscheide ab; wie sich aber hierbei die Schwannsche Scheide verhält, konnten wir nie sicher wahrnehmen. Die Nervenfaser, nunmehr Terminalfaser genannt, geht dann als blasser, heller, durchsichtiger, stark verschmälerter Faden ungetheilt in der Axe des Innenkolbens zu dessen äusserem Ende fort. Sie ist dabei bald mehr, bald weniger scharf contourirt; zuweilen sieht man sie fast nicht; in anderen Fällen sind ihre Ränder glänzend und deutlich markirt. Nach dem äusseren Ende hin erweitert sie sich in der Regel etwas kolbenförmig und endigt dann in der Nähe des äusseren Endes des Innenkolbens entweder zugespitzt oder knopfförmig erweitert. Ganz zu Ende nimmt man zuweilen einige feine glänzende Körnchen wahr. Hie und da sieht man die Faser in einem pilzhutähnlichen Endorgan, einer denen der Pacinischen Körperchen ähnlichen Endknospe, von körnigem Bau endigen (Taf. XXXIV Fig. 17). In der Regel gelingt es aber nicht ein solches Endorgan zu finden. Jedenfalls sieht man aber die Faser nicht in etwaige Zellen enden.

Wenn der in Ueberosmiumsäure erhärtete Endkolben mit Carmin gefärbt wird, treten die Kerne der Kapseln und der hinzutretenden Nervenfaser schön hervor; sonst färben sich aber keine Kerne innerhalb des Innenkolbens noch in der Umgebung, resp. am Ende der Terminalfaser. Man findet mithin auch hierdurch keine Terminalzellen.

Nach Behandlung mit Goldchlorid erscheint der Innenkolben im Ganzen schmal; er färbt sich durch dies Reagenz stark violett. Die Terminalfaser bleibt verhältnissmässig hell.

Durch Essigsäure (3 %) bekommt man, nach sorgfältigem Abtragen aller überflüssigen Bindegewebsschichten der Conjunctiva, oft sehr klare Bilder (Fig. 15, 16). Die Kapseln schwellen an; ihre Kerne treten deutlich hervor, obwohl sie, wie gewöhnlich, körnig werden. Der Innenkolben erscheint homogen. Die Terminalfaser sieht man entweder gar nicht oder sie zeigt sich als heller glänzender Faden, lässt aber hierbei an ihrem gewöhnlich erweiterten Ende kein besonderes Endorgan erkennen. Wenn man nach der Essigsäurebehandlung das Stück der Conjunctiva in Ueberosmiumsäure eintaucht, werden die Endkolben graulich gefärbt und treten scharf hervor, so dass sie sich in dieser Weise in ihrer Ausbreitung schön überblicken lassen.

Als seltene Ausnahme kommt vor, dass die Endkolben sich in zwei theilen, wobei sowohl der Innenkolben als die Terminalfaser in zwei Zweige zerfallen; bisweilen sind in solchen Fällen beide Zweige gleich breit, bisweilen erscheint der eine nur als ein kleiner Anhang zu dem anderen, eigentlichen Kolben.

Die vielen marklosen Nervenfasern, welche in der Conjunctiva vorhanden sind und an denen wir oft kein Perineurium finden konnten, sahen wir nie in die Endkolben übergehen.

Die Endkolben in der Conjunctiva des Menschen.

(Taf. XXXIV Fig. 1—12).

Die Endkolben der menschlichen Conjunctiva lassen sich in derselben Weise auffinden wie die des Kalbes. Man zerlege die Conjunctiva bulbi in zwei oder drei Sectoren und trage diese vom Cornealrande her ab, spanne sie dann, mit der Epithelschicht nach oben gerichtet, durch Nadeln aus und präparire sorgfältig die allcroberste Schicht ab. Je dünner man diese Schicht erhält, desto schärfer lässt sich der Bau der Endkolben studiren. Wenn man diese Präparation in Humor aqueus ausgeführt hat, kann man, wie beim Kalbe beschrieben wurde, in dem ausgespannten Conjunctivalstück in unerhärtetem Zustande die Nervenäste verfolgen und die hie und da an ihnen sitzenden Endkolben als helle rundliche Körperchen erkennen, deren Substanz oft von markhaltigen Faserschlingen durchzogen ist. Den Bau der Endkolben konnten wir aber in solchem Zustande nicht eingehender erforschen. Wenn man aber statt des Humor aqueus eine Ueberosmiumsäurelösung (von 0.2—0.3 %) als Präparationsflüssigkeit anwendet, wird die abgetragene dünne Conjunctivalschicht in ausgespanntem Zustande erhärtet und lässt sich dann sehr schön in Bealschem Carmin färben. Bei der Untersuchung mit dem Mikroskop lassen sich dann die Nervenäste bis zu ihren Endverzweigungen vortrefflich verfolgen und die Endkolben ohne jede Schwierigkeit auffinden. Dies geschieht indessen am besten nach einer vorsichtigen Abpinselung des Epithels; die äussere Schicht des letzteren, welche aus verschieden gestalteten Cylinderzellen und zwischen ihnen oft in sehr grosser Menge stehenden Becherzellen besteht, fällt leicht ab. Die innere Schicht aber, deren Zellen im Ganzen abgeplattet und polygonal erscheinen, in der That aber eine sehr verschiedene, bald kürzere bald länglich ausgezogene Form haben und durch eigenthümliche, verzweigte Füsse der äussersten Bindegewebsschicht der Conjunctiva ansitzen, haftet inniger dieser letzteren an; durch vorsichtige Abpinselung lässt sich aber auch diese Zellenschicht entfernen, und dann liegen die Endkolben entblösst an der Oberfläche des Präparats und lassen sich sehr schön studiren. Wir haben dieselben in dieser Weise sowohl an ganz frischem Material, an den Augen eines Enthaupteten, wie bei verschiedenen Leichen innerhalb des ersten Tages (8 bis 24 Stunden) nach dem Tode untersucht. Im Ganzen konnten wir aber keinen eigentlichen Unterschied im Bau der fraglichen Gebilde bei diesem verschieden frischen Material finden, so dass es scheint, als ob sie sich besser erhalten, als man glauben könnte. Die Endkolben des Menschen sind meistentheils in der Nähe des Cornealrandes, innerhalb einer Entfernung von etwa fünf Mm. von jenem, zu finden; hie und da trifft man sie aber auch in weiterem Abstande von ihm. Im Ganzen genommen hat man sie natürlicher Weise nur in den Bezirken zu suchen, wo die Nervenäste von markhaltigen Nervenfasern sich verbreiten; in Folge dessen giebt es nicht unbedeutende Gebiete, wo keine Kolben zu finden sind. Sie liegen oft gruppenweise, so dass man nach Auffinden eines Endkolbens gewöhnlich bald mehrere in der Umgebung desselben nachweisen kann.

Wenn wir jetzt zur Beschreibung des feineren Baues der Endkolben übergehen, muss von vornherein berücksichtigt werden, dass dieselben sowohl bezüglich der Grösse als der Gestalt und der Zusammensetzung viele Variationen darbieten, so dass man keine für alle ganz genau geltende Schilderung geben kann. Es scheint uns am geeignetsten, von den einfacheren Formen auszugehen, weil bei ihnen der Bau leichter sich beobachten lässt. Eine solche Form stellen die von uns häufig angetroffenen, kleinen, rundlichen oder ovalen Endkolben dar (Taf. XXXIV Fig. 1, 2). Man erkennt an ihnen eine Hülle, einen Inhalt und eine zutretende Nervenfaser. Die Hülle oder Kapsel ist eine sehr dünne, homogene, unstructurirte Haut, in welcher einzelne, bald nur ein, bald ein Paar oder einige, ovale, abgeplattete Kerne liegen. Es erweist sich diese Hülle bei den kleinen Endkolben nur als eine einzige Schicht. Sie geht beim Eintritt des Nerven unmittelbar in die Perineuralscheide des letzteren über oder ist vielmehr die directe Fortsetzung derselben. Hie und da trifft man aber auch bei den kleineren Endkolben eine doppelschichtige Hülle, und dann ist auch das Perineurium des Nerven aus zwei Lamellen gebildet. Innerhalb der Hülle, in der Regel dieselbe ausfüllend und nur seltener von ihr durch einen schmalen Zwischenraum abgetrennt, findet sich der Inhalt des Endkolbens. Bei den fraglichen einfachen Formen zeigt sich nach der Erhärtung in Ueberosmiumsäure der Inhalt als eine gelblich glänzende Masse, welche aus einer mehr homogenen Grundsubstanz und in sie eingebetteten, ziemlich zahlreichen, stärker lichtbrechenden Körnchen von etwas verschiedener Grösse zu-

sammengesetzt ist. Zuweilen sieht man in diesem Inhalt nichts Weiteres; in anderen Fällen ist er nicht überall ganz gleichmässig, sondern es tritt an ihm eine nur sehr schwach angedeutete Eintheilung in kleinere, rundliche oder längliche Partien hervor. Letztere entsprechen aber keineswegs Zellen oder Kernen, sondern sind, wie erwähnt, nur als eine Art Anordnung oder Differenzirung der körnigen Masse in kleinere Gruppen zu betrachten. An manchen Endkolben kann man aber in der That keine solche Differenzirung wahrnehmen. Dagegen trifft man schon in dem Inhalt mancher der kleineren einfachen Endkolben glänzende Gebilde, welche den erwähnten Körnchen ähnlich sind, aber bei veränderter Einstellung des Mikroskopes fadenartig verlängert erscheinen. Bald sieht man nur einige, bald ziemlich viele solche Fäden, welche die körnige Inhaltsmasse in verschiedenen Richtungen durchziehen. Zuweilen lassen sich in ihr sogar eine oder mehrere kleine Schlingen eines dann gewöhnlich ein wenig gröberen Fadens wahrnehmen. Zu dem Endkolben tritt nun der Nerv, welcher im einfachsten Falle nur aus einer einzelnen, in eine einschichtige Perineuralscheide eingeschlossenen, markhaltigen Nervenfaser besteht. Letztere ist wie gewöhnlich gebaut und zeigt in der den Axencylinder umgebenden Myelinscheide die üblichen Unterbrechungen an den Einschnürungsstellen der Schwannschen Scheide; zwischen diesen Stellen liegt auch je ein Kern an der Innenseite der Schwannschen Scheide. In der Nähe des Endkolbens findet man oft ausser den mehr länglichen Kernen der Perineuralscheide auch einige andere rundliche, welche innerhalb der Scheide liegen. An den Endkolben angelangt, giebt häufig die Nervenfaser ihre Myelinscheide zugespitzt ab, verschmälert sich und taucht in die körnige Inhaltsmasse hinein. Wie sich hierbei die Schwannsche Scheide verhält, konnten wir nie sicher beobachten. Zwar ist es möglich, dass sie eine innerste Hülle um die Inhaltsmasse bildet; in diesem Falle dürfte sie ihr aber sehr dicht anliegen und verschwindend dünn sein. Zuweilen scheint nun die Nervenfaser sich unmittelbar in der körnigen Inhaltsmasse zu verlieren; in anderen Fällen kann man sie aber ganz deutlich in einer der eben beschriebenen Fadenschlingen sich fortsetzen sehen. Es sind diese Schlingen also die nackte blasse Nervenfaser d. h. der Axencylinder, welcher in der körnigen Inhaltsmasse unter mehrfachen Biegungen verläuft. Wie es scheint, löst er sich bald in mehrere Fibrillen auf, und diese durchsetzen dann die körnige Masse in verschiedenen Richtungen, um als die oben erwähnten kurzen, stabförmig erscheinenden Fäserchen hie und da hervorzutreten.

Der oben beschriebenen Form der Endkolben reihen sich nun die übrigen allmählig an. Die körnige Masse kann von einer ausgezogenen Gestalt, länglich-oval, spindelförmig oder gar schmal-wurstförmig sein (Fig. 3, 4, 7, 11), gewöhnlich ist sie aber mehr oder weniger sphärisch. Die Nervenfaser kann in verschiedener Weise sich dem Endkolben anlegen und ihre Myelinscheide eine kürzere oder längere Strecke nach dem Eintreten behalten. Dann sieht man die markhaltige Nervenfaser in Schlingen von wechselnder Gestalt und Anzahl innerhalb der Hülle um und durch die körnige Masse verlaufen; sie kann in dieser Weise eine bedeutende Menge von Schlingen bilden, welche ganze Knäuel an ihr darstellen; oft liegen diese Knäuel mehr nach der einen Seite des Endkolbens hin, und dann in der Regel an der des Eintrittsendes des Nerven; in anderen Fällen finden sie sich an mehreren Seiten desselben, können ihn sogar ringsum umschliessen, wobei man in seinem Inneren die körnige Masse als eine hellere Partie wahrnimmt. Diese Nervenfasern geben aber endlich ihre Myelinscheiden ab und setzen ihren Weg als schmale blasse Fasern fort; dann sieht man hie und da, besonders in den peripherischen Theilen, glänzende Durchschnitte dieser blassen Fasern, und um sie treten hellere Ringe hervor, welche zuweilen nur schmal erscheinen, sonst aber als grössere rundliche oder ovale Körperchen sich zeigen. Die körnige Inhaltsmasse des Endkolbens scheint dann gleichsam in eine Anzahl kleinerer rundlicher körniger Partien zerspalten zu sein. Die dunkler erscheinenden Grenzen dieser Partien sind bald mehr, bald weniger deutlich markirt; zuweilen kann man sogar kaum eine solche Eintheilung wahrnehmen, in anderen Fällen sind die Partien hie und da scharf begrenzt. Es scheint in der That, als ob die blassen Nervenfaserfibrillen in je eine solche Partie endeten; zuweilen findet man aber auch zwei bis drei Faserdurchschnitte in einer Partie.

In dieser Darstellung sind wir also von dem einfachen kleinen Endkolben zu den grösseren, bezüglich des Baues mehr zusammengesetzten Formen nach und nach übergegangen. Wie oben erwähnt wurde, wechselt die Gestalt und die Grösse der Endkolben nicht unbedeutend. Bei den grösseren ist indessen die Gestalt gewöhnlich rundlich oder oval mit etwas unregelmässigem Umriss (Fig. 9, 12). Die Variationen betreffen aber auch den zutretenden Nerven. Bisher haben wir nur Endkolben mit einer Nervenfaser erwähnt. Dies kann zwar als die Regel bezeichnet werden; in sehr zahlreichen Fällen tritt aber mehr als eine Faser — zwei bis vier — in den Endkolben hinein. Diese Fasern gehen dann, in der Regel in eine gemeinsame Perineuralscheide eingeschlossen (Fig. 5, 6, 8), bis zum Endkolben fort; sie bilden dabei oft Schlingen und Knäuel innerhalb dieser Scheide; ferner sieht man hier, oft zu mehreren gesammelt, die oben erwähnten rundlichen Kerne (Fig. 5, 6) innerhalb der Perineuralscheide liegen, und um dieselben scheint

zuweilen eine kleine Protoplasmazone vorhanden zu sein. Wenn die Fasern den Endkolben erreichen, geben entweder alle gleichzeitig ihre Myelinscheiden ab und setzen in der körnigen Inhaltsmasse ihren Weg in wechselnder Weise fort; oder es behalten eine oder einige dieser Fasern ihre Myelinscheiden noch eine Strecke und umschlingen dabei die Inhaltsmasse unter wechselnden Biegungen. In anderen Fällen können aber die Nervenfasern, von besonderen Perineuralscheiden umschlossen, von verschiedenen Seiten hinzutreten und in den Endkolben eingehen; sie verhalten sich aber dann in derselben Weise, als wenn sie nur aus einem Aestchen stammten. Indessen kommt es zuweilen vor, dass eine der Fasern nicht im Endkolben endigt, sondern nur herantritt, um dann den Weg entweder in demselben Aestchen rückwärts zu ziehen oder auch in dem anderen zutretenden Aestchen fortzulaufen. Die mehrfach vorhandenen Nervenfasern können durch Theilung in der Nähe des Endkolbens entstehen; in anderen Fällen lassen sich solche Theilungen nicht nachweisen, sondern die Fasern treten als ein mehrfaseriges Aestchen aus einem gröberen Aste aus. Die peripherische Theilung der Nervenfasern ist sonst in der Conjunctiva besonders schön zu studiren (Fig. 12), wobei die oben beschriebenen Gesetze obwalten, indem sich eben an den Einschnürungsstellen der Axencylinder und die Schwannsche dichotomisch theilen und die Myelinscheide an der Einschnürung fehlt; in den Zwischengliedern liegt, wie gewöhnlich, je ein Kern. Die Theilung wiederholt sich oft an einer und derselben Nervenfaser mehrfach (Fig. 12). Die aus den Theilungen hervorgegangenen Nervenfasern lassen sich zuweilen in je einen Endkolben verfolgen, so dass sie wie Beeren an den Zweigen eines Stammes sitzen.

Bei den mehr zusammengesetzten Endkolben ist die Kapselhülle zuweilen noch einfach, die directe Fortsetzung einer einfachen Perineuralscheide des Nerven darstellend; in manchen Fällen sieht man aber an derselben eine mehrfache Schichtung, wobei die Perineuralscheide auch mehrfach geschichtet ist. Durch Carmin lässt sich nun eine Anzahl von rundlichen oder ovalen Kernen hervorrufen. Diese an den Seiten des Endkolbens befindlichen Kerne erweisen sich deutlich als der Kapselhülle angehörend und meistens ihrer Innenseite anliegend (Fig. 4, 5). Diejenigen aber, welche über dem Endkolben zerstreut liegen, sind zuweilen schwerer zu deuten; indessen erkennt man bald, dass sie theils der Peripherie des Endkolbens und zwar der Kapselhülle angehören und eine directe Fortsetzung der Kerne bilden, welche, wie erwähnt wurde, innerhalb des Perineurium der zutretenden Nervenfasern in der Nähe des Endkolbens sich finden. Die Fig. 5 und 6 sind in dieser Hinsicht sehr erläuternd. Anderntheils gehören die genannten Kerne der im Endkolben sich schlängelnden Nervenfaser an. Nie gelang es uns aber in der körnigen Inhaltsmasse selbst Kerne zu beobachten. An den kleinen Endkolben kann man dies mit grosser Sicherheit behaupten. Denn dass die glänzenden Körnchen der Inhaltsmasse Kerne sind, kann wohl Niemand ernsthaft meinen; dies gilt aber in gleichem Grade von den Durchschnitten der blassen, die Inhaltsmasse durchziehenden Nervenfäserchen. Wie endigen nun aber die Nerven in den Endkolben der menschlichen Conjunctiva? Dass dies nicht in eine Art Zellen, Terminalzellen oder dergl. geschieht, geht aus der obigen Darstellung hervor. In den kleinen Endkolben sieht man die blass gewordene Nervenfaser, mehr oder weniger in ihre Fibrillen getheilt, in eine körnige Masse eingebettet, sich den Blicken entziehen. Diese Masse hat zwar das Aussehen eines Protoplasma und könnte wohl als »Terminalsubstanz» bezeichnet werden, obwohl man dadurch keine nähere Einsicht in ihr eigentliches Wesen bekommt. Man könnte sie so ziemlich mit der Terminalsubstanz der Endknospen der Pacinischen Körperchen vergleichen, und in der That verhalten sich die Nervenfibrillen in letzterer in derselben Weise wie in der Terminalsubstanz der Endkolben. Nun findet aber auch zwischen beiden noch eine Aehnlichkeit statt, indem die Substanz häufig eine, obwohl nur selten scharf markirte Eintheilung in kleinere Partien zeigt, in welche die feinen Nervenfibrillen eintreten, um zu endigen. Diese Partien der Terminalsubstanz sind aber ebenfalls keine Zellen mit Kernen.

Wenn man die einzelnen Theile der menschlichen Endkolben mit denen des Kalbes vergleicht, findet man in der That nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Nur die Kapselhülle ist bei beiden in übereinstimmender Weise gebildet. Beim Menschen findet sich kein eigentlicher Innenkolben; ferner läuft beim Kalbe fast immer die einfache Nervenfaser bis zum Ende ungetheilt und meist ganz gerade fort, beim Menschen sind oft mehrere Fasern vorhanden und sie laufen in vielen Biegungen und in Fibrillen aufgelöst in eine eigenthümliche Substanz hinein, die beim Kalbe eben sehr wenig entwickelt ist. Man erkennt hieraus, wie vorsichtig man sein muss, bei Nervenendigungen im Allgemeinen, sogar bei nicht fern von einander stehenden Thieren, Schlüsse bezüglich des Baues homologer Organe zu ziehen.

Die jetzt gegebene Schilderung der Endkolben bezieht sich vorzugsweise auf Osmiumpräparate. Von den übrigen von uns versuchten Behandlungsmethoden möge die Krausesche Essigsäuremischung (3 %) hier erwähnt werden; durch dieselbe lassen sich die Endkolben leicht auffinden. Einzelne Theile ihres Baues treten auch dadurch

deutlich hervor; besonders kann man die Kapselhülle scharf beobachten; ebenfalls lassen sich die Nervenschlingen innerhalb des Kolbens zuweilen recht schön verfolgen; im Ganzen wird aber die Inhaltsmasse und die Nervenfibrillen blass und weniger deutlich sichtbar, so dass wir die obige Behandlung weit vorziehen. Die Goldchloridbehandlung steht ebenfalls nach unseren Erfahrungen derjenigen mit Ueberosmiumsäure weit nach. Bildungen, die den »fiocchetti terminali» CIACCIOS entsprechen, haben wir nicht wiederfinden können.

In Zusammenhang mit dieser Schilderung der conjunctivalen Endkolben und der in ihnen endigenden Nervenfasern wollen wir ein Verhältniss hervorheben, welches wir schon oben bei der Darstellung der Nervenstämme angedeutet haben, nämlich dass in der peripherischen Verbreitung der Nervenfasern die Entfernungen zwischen je zwei Einschnürungen im Allgemeinen viel kürzer sind als an den Fasern der Stämme. An den zu den menschlichen Endkolben tretenden Fasern fanden wir in der That diese Entfernungen fast überall sehr gering. So z. B. waren bei Nervenfasern von 0.0032 Mm. Breite diese Entfernungen 0.096, 0.08 und sogar nur 0.048 Mm.; bei Fasern von 0.0048 massen sie 0.1, 0.064, 0.048 Mm.; bei Fasern von 0.0064 fanden wir Abstände von 0.112, 0.088 bis 0.07 Mm. u. s. w. Die letzten Glieder nach dem Endkolben hin können noch viel kürzer sein.

Die Endkolben der Genitalien.

Geschichtliches.

FICK [1]) erwähnt in der Glans penis des Menschen, unter der Epidermis, in die Fläche des Rete Malpighii eingebettete, nervöse Endorgane, welche mit den Pacinischen Körperchen grosse Aehnlichkeit besitzen.

KÖLLIKER und NYLANDER [2]) sahen in der Glans clitoridis beim Schweine ebenfalls Körperchen, welche sie als Pacinische auffassten.

W. KRAUSE [3]) beschrieb dann in der Clitoris wie im Penis beim Menschen und bei Säugethieren (Igel, Schwein, Rind) Endorgane, welche er als Endkolben aufführte. In der Schleimhaut des Scheideneinganges beim Schwein und auch in der Clitoris seien diese Endkolben länglich-oval mit stark entwickelter Bindegewebshülle und dickem, cylindrischem Innenkolben, in dem mitunter mehrere Terminalfasern durch einander geschlängelt verlaufen; zuweilen bildet der Anfangstheil des Endkolbens einen dünneren Stiel, in welchem die Nervenfibrillen ihre doppelten Contouren beibehalten.

TOMSA [4]) beschrieb in der Glans penis zwei Arten von Nervenendigungen; erstens eigenthümlich geformte und gelagerte kolbige Knäuel, welche aus zahlreichen Verästelungen und Spaltungen der in den Kolben eintretenden Axencylinder und Einschaltungen von kernartigen, körnigen und zelligen Gebilden in den Verlauf und die Astfolge der Axenbänder bestehen; das eigentliche »Nervenende» innerhalb dieser Knäuel konnte TOMSA nicht nachweisen. Die zweite Art der Endigungsweise der Nerven bestehe darin, dass sie ihre peripherische Bahn in einer netzförmigen Verzweigung begrenzen, und jeder Ast in einem terminalen, gangliösen Korne endigt; diese Körner sitzen entweder einzeln terminal den Nervenfäden auf oder kurzgestielt zu zwei oder drei auf den Theilungsstäben. Wirkliche Endkolben konnte er nicht finden.

In Gemeinschaft mit POLLE [5]) fand KRAUSE, dass in der Scheidenschleimhaut des Kaninchens die Nervenfasern mit cylindrischen Endkolben aufhören, während in der Tiefe Vatersche Körperchen gelegen seien.

In einer folgenden Mittheilung [6]) unterschied KRAUSE in der Clitoris und im Penis des Menschen, ausser den in nicht sehr grosser Zahl vorhandenen Endkolben, »eigenthümliche Terminalkörperchen, die mit Rücksicht auf ihre unzweifelhafte Function Genitalnervenkörperchen genannt werden können.» Letztere liegen nach ihm unterhalb

---

[1]) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig 1845.

[2]) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Zweite Hälfte. Leipzig 1854.

[3]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3te Reihe. Bd. V. 1858. — Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. Hannover 1860.

[4]) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd LI. H. I—V. 1865.

[5]) Die Nerven-Verbreitung in den weibl. Genitalien. 1865.

[6]) Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. XXVIII. 1866.

der Basis der Papillen. Ihre Form ist sehr verschieden, kuglig, ellipsoidisch, bohnenförmig; sie besitzen an der Oberfläche ein bis fünf Einschnürungen und ähneln Maulbeeren. Meist treten nur 1—2, seltener 3—4 doppeltcontourirte Nervenfasern in die Körperchen. Auch die Grösse der letzteren wechselt. Sie bestehen aus einer sehr festen und kernreichen Bindegewebshülle und einem weichen feinkörnigen Inhalt. Das eigenthümliche Aussehen des Inhalts überhaupt wird dadurch bedingt, »dass aus den eintretenden doppeltcontourirten Nervenfasern eine auffallend grosse Anzahl sehr feiner blasser Terminalfasern von meistens nur 0.00005 Mm. Dicke sich abzweigt». Beim Kaninchen endigen die Nervenfasern in der Clitoris mit ganz ähnlichen Genitalnervenkörperchen, wogegen die Schleimhaut des Scheideneinganges und der Labien nur Endkolben darbieten.

Finger [1]) untersuchte die Endigungsweise der Nerven in der Clitoris des Menschen. Seine Ergebnisse stimmen im Ganzen mit denen von Krause überein. Wie letzterer Forscher fand er ausser »gewöhnlichen» Endkolben, die nicht in den Papillen, sondern unterhalb derselben im Gewebe der Schleimhaut liegen, grössere Gebilde, welche den von Krause beschriebenen Genitalnervenkörperchen entsprechen. »Sie liegen im Gewebe der Schleimhaut, niemals in den Papillen, und unterscheiden sich von den Endkolben, mit denen sie im Bau sonst grosse Aehnlichkeit haben, und zu denen sich auch alle möglichen Uebergangsformen beobachten lassen, wesentlich durch ihre beträchtliche Grösse und unregelmässige Gestalt.» Letztere ist sehr verschieden; die meisten lassen sich jedoch auf die kuglige oder ellipsoidische Form zurückführen. Durch die 1—5 oder noch mehr Einschnürungen zerfallen die Körperchen in entsprechend viele Abtheilungen von kugliger oder ellipsoidischer Gestalt. Die meist einzeln oder zu zwei oder auch mehreren eintretenden Nervenfasern sind doppeltcontourirt und machen nicht selten beim Eintritt knäuelförmige Windungen; der weitere Verlauf der Nervenfasern nach dem Eintritt »lässt sich nicht genau verfolgen, man sieht nur, dass sich dieselben vielfach theilen und durch diese Verbreitung dem Wollustkörperchen das fasrige Ansehen geben». Das Neurilem des Nervenstämmchens geht am Körperchen in die breite Bindegewebshülle über; diese besteht aus festem, concentrisch angeordnetem, kernführendem Bindegewebe; von der Hülle zweigen sich die einzelnen Fasern ab, um die erwähnten Einschnürungen zu bilden. »Der von dieser Hülle umschlossene Inhalt — Innenkolben — besteht ganz wie beim Endkolben aus einer feingranulirten Substanz, in der in den meisten Fällen deutliche feine Faserzüge zu erkennen sind, die, wie oben bereits erwähnt, von der feinsten Theilung der in das Körperchen eintretenden Nervenfasern herrühren». Schliesslich bemerkt Finger, dass er in der Clitoris des Kaninchens neben Endkolben und Vaterschen Körperchen auch Wollustkörperchen gefunden habe, wie sie von ihm beim Menschen beschrieben worden sind.

Endlich hat Bense [2]) unter der Leitung Krauses die fraglichen Endorgane in der Glans clitoridis und im Penis des Menschen sowie bei einer Reihe von Thieren aus verschiedenen Säugethierklassen und zuletzt auch beim Huhn untersucht. Die von ihm beim Menschen erhaltenen Ergebnisse stimmten mit der Beschreibung Fingers vollständig überein. In der Glans penis sind die Körperchen weniger reichlich, sonst von demselben Bau. Bei der Katze sah Bense in der Glans penis spärlichere Körperchen als beim Menschen; sie seien meist länglicher, eiförmig, ohne Einschnürung oder mit nur einer solchen. Beim Hunde konnte er keine Nervenendorgane finden. Beim Schweine sah er sie in der Clitoris in grosser Menge; sie liegen in den Papillen, oft zu mehreren in je einer; die Form ist fast durchweg kuglig; gleiche Körperchen fand er im Penis des Schweines. Beim Kalbe konnte er Endkolben, aber keine Wollustkörperchen, nachweisen. Ebenso beim Schafe. Beim Igel fand er in der Glans penis zahlreiche Terminalkörperchen, welche er als eine Uebergangsform zwischen Pacinischen Körperchen und Endkolben ansah. Beim Maulwurf sah er sowohl Endkolben als Genitalnervenkörperchen, bei der Maus aber den letzteren am nächsten stehende Gebilde. »Wollustkörperchen von den bekannten menschlichen Formen hat das Kaninchen sowohl im Penis, wie auch in der Clitoris in grosser Menge aufzuweisen. Nur ist die Grundform zum Unterschiede von der beim Menschen eine mehr ovale, längliche, und die Einschnürungen, wie die eintretenden Nervenfasern, beschränken sich in den meisten Fällen auf eine oder höchstens zwei.» Sie sind an Grösse sehr verschieden. »Die Formen im Penis und in der Clitoris haben in ihrem Typus nichts Abweichendes von einander.» In der Schleimhaut des unteren Theils der Vagina und der Labia sah er nur langgestreckte schmale Endkolben. Beim Huhn konnte Bense in der Genitalschleimhaut keine andere Endorgane als Pacinische Körperchen nachweisen.

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XXVIII. 1866.

[2]) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XXXIII. 1868.

Histologische Beschreibung.

Die Endkolben der Clitoris und des Penis beim Kaninchen.

(Taf. XXXV).

Zum Studium des Baues der Endkolben der Genitalnerven haben wir unter den verschiedenen Thieren besonders das Kaninchen ausgewählt, theils weil die Verhältnisse uns hier ziemlich klar vorzuliegen schienen, theils und vorzüglich weil sich diese Endkolben den Pacinischen Körperchen in vielen Beziehungen annähern. Zur Vergleichung fügen wir dann einige Bemerkungen über die entsprechenden Gebilde beim Menschen hinzu. Für diese Untersuchungen gebrauchten wir als Präparationsflüssigkeit theils die Ueberosmiumsäure (directes Einlegen oder Einstichinjection) mit nachheriger Carminfärbung, theils auch Einlegen in die 3 % Essigsäure; letztere Methode hat uns hier vortreffliche Dienste geleistet; besonders wenn die mit Essigsäure behandelten Präparate später in Ueberosmiumsäure getaucht waren, wurden die Verhältnisse des Baues so klar und scharf, dass sie fast nichts zu wünschen übrig liessen; eine nachherige Färbung mit Anilin oder saurem Carmin trägt auch zur Schönheit der Bilder bei.

Wir untersuchten in dieser Hinsicht beim Kaninchen sowohl die Clitorisgegend als die Glans penis. Da wir an der ersteren Stelle einfachere und leichter zu deutende Formen der Endorgane fanden, werden wir bei der Beschreibung von denselben ausgehen. Wenn man nach Abtragung der Epidermis einen dünnen Schnitt von der Oberfläche der mit der Essigsäurelösung behandelten Clitoris bei schwächerer Vergrösserung betrachtet, findet man ein reichliches Nervengeflecht und in den Maschen desselben bald mehr gruppenweise, bald einzeln liegende Gebilde, welche eine sehr verschiedene Grösse und eine so wechselnde Gestalt darbieten, dass man sie anfangs kaum auf eine Grundform zurückführen zu können glaubt. Wir werden deswegen die Beschreibung dieser proteusartigen Körperchen mit einer der einfachsten Formen beginnen. Eine in ihre Perineuralscheide eingeschlossene markhaltige Nervenfaser giebt ihre Myelinscheide ab (Fig. 1), der Axencylinder verschmälert sich dabei ein wenig, um bald danach sich wieder zu verbreitern und eine schön ausgeprägte Fibrillirung zu zeigen. Die in dieser Weise veränderte Nervenfaser, welche nunmehr einer Terminalfaser vollkommen entspricht, geht dann, von der zwei- bis dreischichtigen Perineuralscheide umgeben, noch eine kürzere oder längere Strecke in ziemlich gerader Richtung fort. Dann erweitert sich die Perineuralscheide und bildet einen blind endigenden Sack, indem die einzelnen Lamellen, ungefähr wie die Kapseln der conjunctivalen Endkolben des Kalbes, sich nach innen umbiegen und von jeder Seite her in einander übergehen. In diesen Sack tritt die Terminalfaser hinein, um bald danach einzelne sehr schmale, gleichbreite, etwas glänzende Fibrillen abzugeben, welche nach den Seiten hin ziehen; zuletzt zertheilt sich die ganze Terminalfaser in diese sie zusammensetzenden Fibrillen, und letztere strahlen nach verschiedenen Richtungen aus. Sie treten hierbei dicht an die Kapsel und wölben dieselbe zuweilen gewissermassen ein wenig hervor, indem sie in eine blasenförmige Erweiterung der Kapsel eintreten. Nun trägt aber jede Fibrille an ihrem Ende ein besonderes kleines Körperchen, dessen Gestalt und Grösse etwas wechseln, das im Allgemeinen aber einen unregelmässig rundlichen Umfang mit höckeriger Oberfläche besitzt. Beim Uebergang der Terminalfaser ins Endorgan erweitert sie sich gewöhnlich trichterförmig, so dass der Stiel des letzteren ungefähr dem Fusse eines Cantharellenpilzes ähnelt. Die obere Fläche des Körperchens ist aber schwach convex. Dies ist die gewöhnlichste Form; anderswo trifft man auch ovale oder sogar spindelförmig ausgezogene Endkörperchen. Bezüglich des Baues zeigen sie sich immer körnig und bieten einen schwach gelblichen Glanz dar. Im Ganzen entspricht nun diese Beschreibung vollständig der oben von den kleinen Endknospen der Pacinischen Körperchen gegebenen. In der That liegen auch hier wirkliche Endknospen vor, und wir werden deshalb im Folgenden diese terminalen Bildungen so benennen. Die Anzahl der Endknospen, mit welchen eine Nervenfaser endigt, wechselt je nach der der Fibrillen, in welche sie zerfällt; im Allgemeinen findet man deren drei bis zehn.

Indessen behält die Terminalfaser verhältnissmässig nur selten einen so einfachen Verlauf. Oefter theilt sie sich in zwei Zweige (Fig. 1, 2), welche unter einem kleineren oder grösseren Winkel bald in entgegengesetzter Richtung abgehen. Dabei theilt sich auch die Perineuralscheide und bildet um das Ende jedes Zweiges eine erweiterte, blind endigende Kapsel, welche aus mehreren kernführenden, concentrisch angeordneten Lamellen besteht. Die beiden Zweige, welche denselben aus Fibrillen zusammengesetzten Bau wie die Terminalfaser selbst behalten, zerfallen nach kürzerem oder längerem Verlauf in ihre einzelnen Fibrillen, und diese endigen mit je einer Endknospe von der oben geschilderten Beschaffenheit.

Die Theilung der Terminalfaser kann sich aber wiederholen (Fig. 3), und zwar sogar mehrfach; dann verhalten sich die einzelnen, von ihren Kapselscheiden umgebenen Zweige ganz in der eben beschriebenen Weise. Zuweilen sieht man bei ihnen, ebenso wie bei den einfacheren Formen, von dem Ende eines Zweiges eine einzelne oder auch mehrere Fibrillen eine weite Strecke von der eigentlichen Kapsel ausschiessen, um zuletzt auch mit einer Endknospe zu endigen; hierbei erhalten aber diese Fibrillen immer eine lamelläre Ausstülpung der Kapsel, welche um die Endknospe blasenförmig sich erweitert (Fig. 3). Die Verzweigung der Terminalfaser kann ferner sehr wechselnde Formen annehmen, indem die Zweige nach mehrfachen Richtungen sich biegen und eine verschiedene Gestalt zeigen. Hierdurch entsteht eine Reihe von Variationen, welche höchst sonderbare, oft sehr verwickelte Formen darbieten; eine solche haben wir in der Fig. 5 abgebildet. Nicht selten sieht man hierbei ein Paar Nervenfasern in demselben Endkolben zusammenlaufen und endigen.

Die Terminalfaser behält aber nicht immer eine gerade oder schwach gebogene Richtung. Im Gegentheil bildet sie oft stärkere Biegungen und Knickungen (Fig. 4); dann bekommt man oft bei gewisser Focuseinstellung ihre optischen Querschnitte ins Gesichtsfeld; diese Querschnitte zeigen sich als rundliche oder ovale Scheiben, in welchen eine Anzahl von glänzenden Körnchen erscheint; von letzteren aus lassen sich bei veränderter Focuseinstellung Fasern verfolgen, und diese entsprechen offenbar den optischen Querschnitten der die Terminalfaser zusammensetzenden Fibrillen. Die Terminalfaser kann sich ring- oder spiralförmig biegen, und diese Biegungen können sich dichter zusammendrängen. Die Schlingen sammeln sich dann zu einem dickeren und kürzeren Körperchen, dessen Bau oft recht schwer zu ermitteln ist; durch die Kenntniss der oben beschriebenen einfacheren Formen lassen sie sich indessen leichter verstehen. Je nachdem die schlingenförmigen Biegungen der Terminalfaser verschiedenartige Knäuel bilden, bekommen die Endkolben eine verschiedene Gestalt. Die meisten sind aber rundlich, oval oder spindelförmig mit mehr oder weniger Unregelmässigkeiten (Fig. 6, 7). Innerhalb einer aus mehreren kernführenden, durch die Essigsäure anschwellenden, concentrischen Lamellen bestehenden Kapsel, welche mit dem Perineurium der Nervenfaser unmittelbar zusammenhängt, sieht man dann eine compactere Masse, welche bei flüchtiger Betrachtung für einen Innenkolben genommen werden könnte; ein solcher scheint aber gar nicht zu existiren, sondern die ganze Masse besteht aus der Terminalfaser, welche in sehr wechselnder Weise sich biegt und mit ihren Windungen und Schlingen zu einem verwickelten Knäuel angeordnet ist; in den Schlingen nimmt man bei genauerer Betrachtung eine fibrilläre Anordnung wahr, indem längsgehende und dichtliegende Streifen oder, wie es oft erscheint, Reihen von kurzen, an einander gefügten glänzenden Stäbchen in diesen Schlingen verlaufen oder gar sie zusammenzusetzen scheinen. Hie und da sieht man dann auch in der inneren Masse die rundlichen oder ovalen, punktirten optischen Querschnitte der Terminalfaser zwischen den mehr horizontal gehenden Schlingen. In diesen Terminalfaserknäuel senkt sich die markhaltige Nervenfaser ein, bei der Eintrittsstelle gewöhnlich ihre Myelinscheide abgebend; die Schwannsche Scheide lässt sich auch bis zu dieser Stelle verfolgen; ihr späteres Schicksal liess sich aber nicht ermitteln. Der ganze Endkolben erscheint zuweilen als in mehrere Abtheilungen abgeschnürt; hierbei findet man, dass wenigstens die Kapsellamellen in die meistens quergehenden Einschnürungen sich einsenken. Diese Anordnung trägt dazu bei, den Endkolben ein höckeriges und unregelmässiges Aussehen zu verleihen. Die kleinen Vorsprünge bestehen aber nicht nur aus Terminalfaserschlingen. In der Umgebung des Terminalfaserknäuels findet man nämlich eine Anzahl körniger Körperchen, welche bei genauerer Betrachtung sich als Endknospen erweisen. Sie sind von wechselnder Menge, liegen bald nur einzeln, bald gruppenweise und in bedeutender Anzahl zwischen dem Knäuel und den Kapsellamellen. Ihre Grösse ist ebenfalls etwas verschieden, und ihre Form varürt wie bei den einfachen Endkolben; bei günstiger Lage kann man von jeder Endknospe eine schmale Fibrille ausgehen sehen, welche in den Terminalfaserknäuel sich einsenkt. Ferner findet man auch Fibrillen, die sich vom Knäuel weiter entfernen, um in einer Ausstülpung der Kapsellamellen eine kürzere oder längere Strecke zu verlaufen und zuletzt mit einer Endknospe zu endigen. Diese sich abzweigenden Fibrillen und ihre Endknospen sind für die Natur der übrigen,

dicht am Knäuel liegenden besonders erläuternd. In einzelnen Fällen ist es nämlich nicht eben leicht die letzteren Endknospen von den durch die Essigsäure körnig gewordenen Kernen der Kapsellamellen zu unterscheiden; bei genauerer Betrachtung fällt aber diese Schwierigkeit gewöhnlich weg, indem nicht nur die Gestalt und die oft bedeutendere Grösse der Endknospen, sowie ihr compacteres, stärker glänzendes und reichlicher körniges Aussehen sie im Allgemeinen von Kernen unterscheiden, sondern auch die erwähnten, von den Endknospen ausgehenden Fibrillen ihre Natur sicher stellen. Bei flüchtigerer Betrachtung kann man ferner die Endknospen mit den ebenfalls körnig erscheinenden, optischen Querschnitten der Terminalfaser verwechseln; letztere können aber dadurch unterschieden werden, dass sie sich nach zwei Richtungen hin in ebenso dicke Faserschlingen verfolgen lassen.

Die eben beschriebenen Endkolben in ihren wechselnden Gestalten kommen überall in der Clitorisgegend des Kaninchens vor; Gebilde, welche speciell als »Genitalnervenkörperchen» zu bezeichnen wären, haben wir hier nicht gefunden. Indessen kommen marklose Nervenfasern in dieser Schleimhaut vor, und wahrscheinlicher Weise dringen nicht wenige Nervenfasern ins Epithel hinaus. Deswegen scheint es uns bis auf Weiteres ein wenig verfrüht, Schlüsse auf die ganz specifisch physiologische Function der fraglichen Endkolben als Wollustorgane zu ziehen, obwohl Manches in der That für eine solche Function derselben spricht. Auf die histologische Stellung der beschriebenen Gebilde werden wir nach Berücksichtigung der entsprechenden Körperchen des Penis etwas näher eingehen.

Wenn man von einer mit 3 % Essigsäure behandelten Glans penis des Kaninchens einen dünnen Oberflächenschnitt abträgt, findet man nach Ablösung des Epithels dicht an der Oberfläche eine bedeutende Menge von Körperchen im Gewebe zerstreut, bald mehr einzeln, bald gruppenweise liegend. Bei näherer Untersuchung zeigen sich diese Körperchen (Fig. 8—17) als von derselben Beschaffenheit wie die eben aus der Clitoris beschriebenen. Indessen fanden wir nur selten solche einfachere Formen wie die zuerst geschilderten. Die meisten besitzen hingegen eine zwar unregelmässige, aber im Ganzen ovale oder rundlich-ovale Gestalt mit verschiedenen Unebenheiten an der Oberfläche. Diese Unebenheiten sind wie bei den Clitoriskörperchen theils, obwohl nicht eben häufig, die Folge von Einschnürungen, theils auch von kleineren, rundlichen, hervorstehenden Knötchen, welche sich auch bei diesen Körperchen als Endknospen erweisen. Die Kapsellamellen sind immer zu mehreren, sogar zu acht bis zehn, vorhanden; sie zeigen eine sehr schön concentrische Anordnung, schwellen durch Essigsäure, werden homogen und sind dann nur von feinen kernführenden Häutchen begrenzt; diese Kapsellamellen hängen theils unmittelbar mit den perineuralen Lamellen der zutretenden Nerven zusammen, theils kommen, wie bei den Pacinischen Körperchen, neue Lamellen an den Endkolben hinzu. Die markhaltige Nervenfaser giebt meistens beim Eintritt in den Endkolben ihre Myelinscheide ab und erweitert sich zu der fibrillären Terminalfaser, welche innerhalb der Kapsellamellen durch mehr oder weniger zahlreiche Windungen den knäuelförmigen Inhalt des Endkolbens bildet; bei genauer Betrachtung kann man diese Schlingen der Terminalfaser auf kürzere Strecken verfolgen, bis sie sich nach oben oder unten biegen und den körnig erscheinenden optischen Querschnitt darbieten, um sich bald danach gewöhnlich den Blicken zu entziehen. Zuweilen treten zwei Nervenfasern, entweder aus demselben Nervenaste oder aus zwei verschiedenen stammend, in dieser Weise in den Endkolben hinein, gehen in Terminalfasern über und winden sich um einander, um zuletzt in den Endorganen zu endigen. Diese letzteren, die schon besprochenen Endknospen, zeigen denselben Bau und dasselbe Verhalten wie bei den Endkolben der Clitoris. Sie stellen kleine, unregelmässig rundliche oder ovale Klümpchen dar, welche ein etwas gelblich glänzendes Aussehen und eine körnige Zusammensetzung haben. Zu ihnen tritt je eine Fibrille, welche beim Uebergang in die Endknospe sich etwas erweitert. Die Endknospen liegen, wie erwähnt, innerhalb der Kapsellamellen in sehr verschiedener Anzahl und Anordnung; bald findet man sie einzeln zerstreut, bald bilden sie kleine unregelmässige Gruppen. Hie und da findet man nun, wie in der Clitoris, Endkolben, bei welchen einzelne Fibrillen der Terminalfaser sich von dem Knäuel der letzteren trennen und eine kleinere oder grössere Strecke gerade oder gebogen verlaufen, um zuletzt in einer Endknospe zu endigen. Diese weiter auslaufenden Fibrillen werden dabei von einer Fortsetzung der Kapsellamellen umgeben, und letztere bilden um die Endknospe eine blasenförmige Erweiterung (Fig. 16). Wie bei den Endkolben der Clitoris sind diese frei auslaufenden Fibrillen mit ihren Endknospen sehr erläuternd für die Natur der letzteren.

Wenn man statt der Essigsäure die Ueberosmiumsäure als Präparationsflüssigkeit anwendet, sieht man zwar die Endkolben als etwas gelblich glänzende Körperchen in dem Bindegewebe zerstreut; sie treten aber bei Weitem nicht so deutlich hervor wie nach der Essigsäurebehandlung. Zuweilen gelingt es die in Ueberosmiumsäure erhärteten Endkolben zusammen mit der eintretenden Nervenfaser vollständig zu isoliren. Sie erscheinen dann (Fig. 18)

als längliche, ei- oder wurstförmige Körper, deren Oberfläche höckerig, gewöhnlich an einer oder mehreren Stellen etwas eingeschnürt ist. In den grösseren höckerigen Partien erkennt man eine feine und dichte parallele Streifung, deren einzelne Streifen gewissermassen aus kurzen glänzenden, wie Bacillarien an einander gereihten Stäbchen zusammengesetzt scheinen. Offenbar entsprechen sie Partien der fibrillären gewundenen Terminalfaser; zwischen diesen grösseren Partien erkennt man andere, nicht fibrilläre, welche den Endknospen gleichkommen. Ringsum ist der ganze Endkolben von einer dicht umschliessenden Kapsel umfasst, in welcher man, besonders nach Carminfärbung, viele ovale Kerne sieht; an den eingeschnürten Stellen dringt die Kapsel mit ihren Kernen hinein. Die markhaltige Nervenfaser giebt gewöhnlich beim Eintritt in den Endkolben ihre Myelinscheide ab. Im Ganzen konnten wir aber, wie erwähnt, bei den nur mit Ueberosmiumsäure behandelten Präparaten nicht so erläuternde Bilder erhalten, wie mit der Essigsäure.

Was stellen nun diese als Endkolben hier aufgeführten nervösen Endorgane in histologischer Beziehung vor? Wenn man ihren physiologisch wichtigsten Theil, den Nerven, berücksichtigt, findet man in der That eine grosse Uebereinstimmung mit den Pacinischen Körperchen, indem die blass gewordene Nervenfaser, die Terminalfaser, welche dem entsprechenden Gebilde letzterer Körperchen ähnlich gebaut ist, sich in ihre Fibrillen auflöst, um mit einer Anzahl von Endknospen zu endigen, die ebenfalls denjenigen der Pacinischen Körperchen ganz gleich sind. Ein gewundener Verlauf der Terminalfaser kommt ja auch nicht selten, obwohl in weit geringerem Grade, bei den Pacinischen Körperchen der Säugethiere vor. Bei den fraglichen Körperchen der Clitoris und des Penis scheint indessen der Innenkolben gänzlich zu fehlen; wenigstens konnten wir keine bestimmte Spur von ihm entdecken. Die Kapseln sind bei ihnen als Fortsetzungen der perineuralen Lamellen vorhanden, sie sind aber spärlicher und von etwas verschiedenem Bau. Vergleicht man dann die Körperchen der Clitoris und des Penis mit den Endkolben der Conjunctiva des Kalbes, so findet man zuerst in Bezug auf die Endigung der Terminalfaser im Allgemeinen keine ganz übereinstimmende Verhältnisse; bei den conjunctivalen Endkolben ist ferner ein Innenkolben vorhanden; die Kapsellamellen bieten grosse Aehnlichkeit. Mit den Endkolben der menschlichen Conjunctiva findet man wieder darin eine Uebereinstimmung, dass die Nervenfaser oft knäuelförmig gewunden ist und dass sie in einer der Endknospensubstanz ähnelnden Terminalsubstanz endigt, in deren körniger Masse sich die Fibrillen der Nervenfaser von einander trennen, um sie vor der schliesslichen Endigung in verschiedenen Richtungen zu durchziehen; hier ist ja auch kein Innenkolben vorhanden; die gewöhnlich sehr dünne Kapsel hängt auch bei diesen Körperchen mit dem Perineurium zusammen. In der Beziehung stimmen alle die fraglichen Endorgane mit einander überein, dass keine wirkliche Terminalzellen in ihnen vorkommen, sondern die blass gewordene Nervenfaser endigt, entweder ungetheilt oder in ihre Fibrillen aufgelöst, in einer mehr oder weniger stark entwickelten Terminalsubstanz. Wenn wir nach dieser Auseinandersetzung die histologische Bedeutung der Körperchen in der Clitoris und dem Penis des Kaninchens angeben sollten, so finden wir in vielen Beziehungen, besonders in Betreff der Nervenendigung, eine grosse Uebereinstimmung mit den Pacinischen Körperchen. Da jene aber in anderen Beziehungen den Endkolben sehr nahe stehen, finden wir es am geeignetsten, die Körperchen der Genitalien des Kaninchens noch bis auf Weiteres »Endkolben» zu nennen, wobei aber immer bemerkt werden muss, dass im Ganzen kein durchgreifender Unterschied zwischen den Pacinischen Körperchen und den Endkolben vorhanden ist. Einen Unterschied zwischen diesen Endkolben und »Genitalkörperchen» nach dem Vorgange KRAUSES und seiner Schüler aufzustellen fanden wir uns nicht veranlasst, da bei allen den von uns untersuchten Körperchen das Grundprincip in Bezug auf den Bau dasselbe war.

Die Endkolben der Clitoris beim Menschen.

(Taf. XXXVI Fig. 1—5).

Zur Vergleichung mit den eben beschriebenen genitalen Endkolben des Kaninchens haben wir die entsprechenden Gebilde der menschlichen Clitoris untersucht. Dies Organ wurde entweder mit 3 % Essigsäure behandelt, oder auch mit Ueberosmiumsäure, theils durch einfaches Einlegen theils durch Stichinjection, erhärtet. Die mit letzterer Säure behandelten Präparate wurden mit Carmin gefärbt.

Wenn man nach Ablösen der Epidermisschicht einen dünnen Flächenschnitt von der Oberfläche der mit Essigsäure behandelten Clitoris abträgt, sieht man schon bei schwacher Vergrösserung unter den zahlreichen Nervenschlingen eine Menge von Körperchen im Gewebe zerstreut liegen; diese Körperchen zeigen eine sehr verschiedene Grösse und wechselnde Gestalt, und finden sich bald vereinzelt, bald gruppenweise angesammelt (Fig. 1). Bei stärkerer Vergrösserung sieht man an jedem dieser Körperchen eine mehrschichtige Kapsel aus concentrischen, kernführenden Lamellen und innerhalb derselben einen dichten, schwach körnigen oder streifigen Inhalt; zu jedem Körperchen tritt wenigstens eine, oft zwei oder gar drei markhaltige Nervenfasern, deren perineurale Lamellen in die Kapsellamellen des Körperchens übergehen. Es sind diese Körperchen die zu besprechenden Endkolben der Clitoris. Ihre Gestalt ist, wie eben angedeutet, sehr wechselnd; die kleineren haben gewöhnlich eine rundliche, rundlich- oder länglich-ovale Form; die mittelgrossen und grossen sind viel unregelmässiger gestaltet, in verschiedener Weise höckerig, durch zahlreiche Einschnürungen gleichsam aus mehreren kleineren zusammengesetzt. An den mit Essigsäure behandelten Präparaten kamen wir indessen betreffs des innerhalb der Kapsellamellen befindlichen Inhalts nicht ins Reine. Zwar konnten wir in den hervorstehenden, rundlich-höckerigen Partien hie und da eine deutliche Streifung wahrnehmen; die genauere Einsicht in die Zusammensetzung blieb uns aber verborgen.

An Schnitten von den in Ueberosmiumsäure erhärteten und mit Carmin gefärbten Präparaten fanden wir die fraglichen Gebilde wieder (Taf. XXXVI Fig. 2—5). An Verticalschnitten sahen wir dieselben theils hoch oben in den in das Rete Malpighii einschiessenden Papillen, theils auch und in wechselnder Anzahl unterhalb letzterer in das Cutisgewebe eingestreut. Ihre Grösse und Gestalt zeigen die schon geschilderten Variationen. Ringsum sind sie von einer mehrschichtigen kernführenden bindegewebigen Kapsel umgeben. Besonders die grösseren Körperchen sind zu mehreren kleineren, rundlichen oder ovalen Partien von wechselnder Grösse mehr oder weniger unvollständig abgeschnürt, und an den Einschnürungsstellen tritt die Kapsel mit ihren Kernen hinein. Um die Körperchen winden sich Schlingen von einer oder zwei oder gar drei myelinhaltigen Nervenfasern, welche aus dem die Cutis besonders in der Nähe der Endkolben durchziehenden, reichlichen Nervengeflecht stammen. Diese mit Einschnürungen und Kernen an ihrer Schwannschen Scheide versehenen Nervenfaserschlingen liegen besonders an den eingeschnürten Stellen. Hierdurch scheint es oft, als ob auch im Inneren des Endkolbens Kerne vorhanden seien. In der That gehören aber diese Kerne den Nervenfasern und der Kapsel an. Die Nervenfasern geben zuletzt ihre Myelinscheide ab und dringen ins Innere der Endkolben ein. Letzteres erscheint als eine schwach körnige Substanz, in welcher man stärkere glänzende Körner sieht, von denen aus man oft feine, in mehrfachen Richtungen verlaufende Fäserchen verfolgen kann (Fig. 2—5). In dieser körnigen Substanz selbst findet man keine Kerne oder anderweitige Bildungen. Obwohl es uns nicht gelang, an diesen Körperchen die Nervenfasern bei ihrem Uebergang in die erwähnte Substanz direct zu beobachten, scheint es uns doch mehr als wahrscheinlich, dass diese Substanz die Fortsetzung der Nervenfasern bildet, und dass die glänzenden Fäserchen innerhalb derselben den in ihre Fibrillen aufgelösten Axencylindern entsprechen, welche in der fraglichen Substanz ihre Endigung finden. Wirkliche Endknospen, wie die des Kaninchens, sahen wir hier nicht, so dass in der That in dieser Beziehung eine Verschiedenheit gegenüber den Endkolben dieses Thieres vorhanden zu sein scheint. Dagegen fiel uns eine besondere Aehnlichkeit mit den Meissnerschen Tastkörperchen auf, wie wir diese bei unseren Untersuchungen gefunden haben.

Im Ganzen geht aus der obigen Darstellung hervor, dass die hier beschriebenen Organe, die Pacinischen Körperchen und die Endkolben, einer und derselben Gruppe von terminalen Endorganen angehören.



Der Bau der Zellenendkolben

in der Zunge und dem Schnabel der Ente.

(Taf. XXXVI Fig. 12—22).

Da es uns in Bezug auf die Endorgane der peripherischen Nerven von Interesse zu sein schien, die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Pacinischen Körperchen und die Endkolben, bei welchen wir keine wirkliche Terminalzellen als Nervenenden gefunden, mit solchen Endorganen, bei denen an den Nervenenden Zellen vorhanden sind, zu vergleichen, wählten wir die eigenthümlichen Kolben der Entenzunge zum Studium dieser Verhältnisse. Hier, wie bei jenen Körperchen, war unser nächstes Ziel das Verhalten der Nervenscheiden an den Endorganen zu erforschen. Als Präparationsflüssigkeit wandten wir theils Ueberosmiumsäure (0.5—0.2 %), theils Essigsäure (3 %) an; zuweilen färbten wir die Präparate mit Carmin.

Die geschichtlichen Angaben über diese Organe sind nicht weitläufig. Grandry [1]) scheint sie zuerst gefunden zu haben. Er erwähnt sie ganz kurz als neben den Pacinischen Körperchen im Schnabel der Ente und der Gans befindlich; über ihre Structur, besonders in Bezug auf die Endigungsweise des Nerven, wurde er sich nicht ganz klar; er giebt auch keine Beschreibung dieser Organe, verweist aber auf seine Abbildungen, von welchen einige in der That der Wahrheit nicht sehr fern stehen; bei allen hat er eine markhaltige Nervenfaser mit dem Körperchen in Verbindung gesetzt.

Dann hat Ihlder [2]) aus der Zunge der Vögel, besonders des Sperlings, eine Art von nervösen Endorganen beschrieben, welche er »Tastkolben» nannte, weil sie zwischen den Endkolben der Säugethiere und den Tastkörperchen ungefähr in der Mitte stehen. Sie seien im Wesentlichen als hüllenlose Herbstsche Körperchen (Pacin. Körperchen der Vögel) aufzufassen. Sie bestehen aus einer einfachen Bindegewebshülle, deren Innenwand quere Kerne führt, und einem Innenkolben, in dessen Axe eine blasse Terminalfaser verläuft, welche mit einer starken Ansammlung (einer grossen körnigen Ganglienzelle) endigt.

Neulich hat Merkel [3]) den fraglichen Organen in der Zunge und dem Schnabel der Ente und Gans eine nähere Aufmerksamkeit gewidmet. Er beschreibt sie als aus Zellen, Tastzellen, zusammengesetzt, welche den Zellen der Spinalganglien ganz und gar gleichen. »Die zarte und gleichmässige Granulirung, der runde und mit derber Hülle versehene Kern sowie die concentrische und radiäre Streifung, welche durchaus der von M. Schultze beschriebenen Ganglienzellenstructur entspricht, charactcrisiren sie genügend.» Sie sind flach kuchenförmig gestaltet und liegen mit ihrer Fläche der Oberfläche der Haut parallel. Entweder bilden nun zwei solche von einer Kapsel umgebene Zellen, »Zwillingstastzellen», ein Tastorgan, oder es liegen drei oder vier zusammen, wodurch ein »einfaches Tastkörperchen» entsteht. Zu diesen Endorganen tritt je eine markhaltige Nervenfaser. Die Schwannsche Scheide derselben geht in die Hülle der Zellen direct über. Die dann blass gewordene Nervenfaser zieht in die Höhe fort und tritt immer zwischen je zwei Zellen mit einer kleinen Verbreiterung ein. Ob hier nur bloss der einen, oder ob beiden Zellen Nervensubstanz durch eine solche Endigung zugeführt wird, ist natürlich mit absoluter Sicherheit nicht zu entscheiden, doch sprechen die Zwillingstastzellen entschieden für das letztere. Bei einfachen Tastzellen sieht man, dass der Axencylinder einfach mit dem Zellenprotoplasma zusammenfliesst.

Wir untersuchten diese Körperchen in den weichen Papillen der Zunge, sonst aber auch im Schnabel der Ente. Weil sie sich von den Meissnerschen Tastkörperchen unterscheiden, und der Name »Tastkolben» eine noch unbekannte Function voraussetzt, wollen wir sie in Bezug auf ihren histologischen Bau »Zellenendkolben» nennen. Nach Behandlung dieser Theile mit 3 % Essigsäure sieht man schon bei schwacher Vergrösserung an Verticalschnitten eine Anzahl von glänzenden rundlichen Körperchen, welche eben die Zellenendkolben sind, theils in die äusseren Enden und die Basen der Papillen, theils auch in das Gewebe unterhalb derselben einzeln oder gruppenweise eingestreut. An Schnitten der breiteren weichen Papillen liegt gewöhnlich eine Gruppe dicht unter dem Epithel in schwach bogen-

[1]) Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux. 6:me année. 1869.

[2]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1870.

[3]) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd XI. 1875.

förmiger Anordnung. In den harten Papillen der Zunge findet man sie gewöhnlich auch in einem Bogen am oberen Umfang, wo die schmalen kleinen Papillen auslaufen (Fig. 12). In dem eigenthümlichen Papillensaum, welcher an der Spitze des Schnabels, von der harten Hornschicht bedeckt, sich findet, sieht man sie besonders in den Spitzen der langen schmalen Papillen, oberhalb der Gruppen der Pacinischen Körperchen gedrängt liegen (Fig. 13). In der Regel erkennt man, dass eine Nervenfaser zu einem jeden Zellenendkolben hinaufsteigt. Bei stärkerer Vergrösserung findet man, dass jeder von diesen Kolben (Fig. 14) aus einem inneren Klümpchen, welches in mehrere kleinere Partien getheilt erscheint, dessen eigentliche Structur aber durch die Essigsäurebehandlung nicht hervortritt, ferner aus einer das Klümpchen umschliessenden Hülle oder Kapsel besteht. Letztere zeigt eine schöne concentrische Schichtung aus mehreren durch die Säure angeschwollenen, kernführenden Lamellen. An einer Seite, gewöhnlich von unten her, tritt die ziemlich breite Nervenfaser in den Kolben hinein; diese Faser besitzt eine Perineuralscheide aus meist zwei bis drei Lamellen, welche man in die Kapsellamellen des Kolbens direct übergehen sieht, wobei eine Vermehrung der letzteren oft stattfindet.

An den Osmiumpräparaten (Fig. 15—22) bekommt man indessen eine genauere Einsicht in den Bau der inneren Theile des Zellenendkolbens. An Verticalschnitten, z. B. der weichen Zungenpapillen, erhält man eine Reihe von zwar etwas verschieden erscheinenden Gebilden, die sich aber auf eine Grundform zurückführen lassen. Sie haben alle eine mehr oder weniger regelmässig rundliche oder ovale Gestalt und eine nicht sehr wechselnde Grösse. An fast allen nimmt man ein quergebändertes Aussehen wahr, indem ein bis drei ziemlich schmale Streifen den Inhalt abtheilen. Nach aussen sind sie von einer Kapsel umgeben, welche viel dünner erscheint als nach Essigsäurebehandlung und schwerer die nach letzterer hervortretende Schichtung wahrnehmen lässt. An der unteren Partie vieler Zellenendkolben sieht man die oben erwähnte, immer nur einfache und markhaltige Nervenfaser hinzutreten, die ziemlich breit ist, die gewöhnlichen Einschnürungen und Kerne der Schwannschen Scheide zeigt und von einer dicken Perineuralscheide umschlossen erscheint (Fig. 15 ff). Der eigentliche Inhalt des Zellenendkolbens besteht endlich aus in der Regel drei oder gar vier, hie und da aber nur zwei, am Verticalschnitt sich länglich-oval zeigenden Partien, in deren Innerem je ein kugliger oder ovaler, homogener, in Carmin sich färbender Kern ungefähr in der Mitte liegt. Die Substanz dieser mithin kernführenden, etwas verschieden grossen Zellen erscheint nach der Osmiumbehandlung schwach und sehr fein körnig und von einer schmutzig-grauen Farbe; hie und da sieht man auch in ihr kleine, glänzende, stark lichtbrechende Körner zerstreut, aber keine Fibrillirung. Diese Zellen sind von den erwähnten Querstreifen getrennt; letztere zeigen eine gelblich bräunliche Farbe, eine homogene Zusammensetzung und einen starken Glanz. Sie erweisen sich als dünne Scheiben zwischen den Zellen; oft ist ihr mittlerer Theil etwas verdickt. Sie verlaufen selten in ganz gerader Richtung, sondern etwas gebogen. Zuweilen reichen sie nicht ganz bis zur Kapsel hin, sondern endigen stumpf zwischen den Zellen. Gewöhnlich erreichen sie aber die innere Kapselwand beiderseits und erweitern sich etwas triangulär. Eine solche Scheibe giebt es nun in der Regel zwischen je zwei Zellen. Bisweilen, obwohl verhältnissmässig selten, kann sie sehr dick sein und bildet dann eine breite Trennungswand zwischen den bezüglichen Zellen. In anderen Fällen ist die Scheibensubstanz auch weiter zwischen den Zellen und der Kapsel verbreitet; entweder bildet sie dann hier nur eine dünne Schicht, oder zuweilen auch eine dickere Schale am einen Ende des Zellenendkolbens (Fig. 20). Wie verhält sich aber nun die Nervenfaser zu diesen Gebilden? In gewissen Lagen (Fig. 15—19) sieht man sie die Markscheide abgeben und sich verschmälern, um dann innerhalb der Kolbenhülle, zuerst schwach längsgestreift oder körnig erscheinend, bald in einem glänzenden, gelblich-braunen Faden sich fortzusetzen; dieser Faden steigt an der Seite des Kolbens hinauf, verbreitert sich dreieckig an den Zwischenräumen der Zellen und scheint in die bräunliche Zwischenscheibensubstanz überzugehen. Zuweilen geht der Faden nur zur nächsten Zwischenscheibe (Fig. 16), gewöhnlich steigt er aber auch zu der oder den nächst oberen hinauf (Fig. 15, 17, 18). Im Ganzen scheint es nun, wie bemerkt ist, als ob die Nervenfaser direct in die eigenthümliche Scheibensubstanz sich fortsetze, und letztere wäre dann als eine Art Terminalsubstanz zu betrachten. Zwar sahen wir zuweilen an quer geschnittenen Scheiben ein Paar rundliche hellere Punkte, die quergeschnittene Nervenfaserfibrillen sein könnten; diese Bilder kamen aber so selten vor, dass man von ihnen keine Schlüsse ziehen darf. Ein unmittelbarer Zusammenhang mit den Zellen war, obwohl auch eine Andeutung dazu ein Paar Mal sich zeigte, niemals sicher nachweisbar; die Scheibensubstanz war sonst immer scharf begrenzt. Die Zellen sind, an Horizontalschnitten (Fig. 21) gesehen, wie Merkel angiebt, rundlich, also im Ganzen kuchenförmig. Innerhalb der Kapsel sieht man oft zwischen ihr und der anliegenden Zelle einen rundlichen Kern, von einer kleinen Protoplasmazone umgeben; die Bedeutung dieser Bildung wurde uns nicht ganz klar. Sonst sieht man in und an der Innenseite der Kapsel noch die ihr angehörigen kleinen ovalen Kerne.

Verzeichniss der Tafeln.

Tafel I.

Der Bau der cerebrospinalen Nervenwurzeln, vorzugsweise des Menschen (nur die Fig. 13 vom Hunde und 15, 16 vom Kaninchen).

Fig. 1. Der Austritt eines einfachen, noch nicht in Bündelchen getrennten spinalen Nervenwurzelbündels, *w*, aus dem Marke, *m*, durch einen der Axe der Wurzel folgenden Schnitt dargelegt; *p* Pia mit ihrer inneren Balkenschicht und ihrem äusseren, loseren, in das Subarachnoidalgewebe übergehenden Gewebe (*s*) sowie mit ihren bindgewebigen Einsenkungen (*e*, *e'*) ins Mark hinein; bei *e'* sieht man auch ein Blutgefäss eindringen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 2. Der Austritt eines aus mehreren Bündelchen zusammengesetzten spinalen Nervenwurzelbündels, *w*, durch einen der Axe der Wurzel folgenden Schnitt dargelegt; *p* Pia mit ihrer inneren Balkenschicht, von welcher einige dickere Bündel das Innere der Wurzel durchziehen, die einzelnen Nervenbündelchen umstrickend; *s* äussere losere Schicht der Pia, in das Subarachnoidalgewebe übergehend; *e* Blutgefässe enthaltende Einsenkungen der Pia ins Mark, *m*. Zwischen den Nervenbündelchen sieht man die dieselben umgebenden, Blutgefässe führenden Einsenkungen der Pia. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3.

Fig. 3. Der Austritt des aus verschiedenen Bündelchen bestehenden Oculomotorius, *o*, aus dem Gehirn, *g*; *p* Pia mit Blutgefässen, sich zwischen die Bündelchen einsenkend; senkrechter Schnitt durch die Axe des Nerven. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Querschnitt durch ein Spinalwurzelbündel, zu äusserst von einer dünnen pialen Hülle umgeben, von der nach aussen hin zwei Subarachnoidalbalken ausgehen, und nach innen ins Bündel Fortsetzungen sich einsenken, um letzteres in kleinere Bündelchen, in welchen man die Nervenfaserquerschnitte sieht, zu theilen; rechts ist eine solche Fortsetzung künstlich erweitert; an den dreieckigen Vereinigungsstellen dieser Fortsetzungen erkennt man Querschnitte von Blutgefässen (*b*). Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partie aus dem Inneren eines Querschnitts von einem Spinalwurzelbündel; in dem durch die bindegewebigen, Blutgefässe (*b*) führenden Fortsetzungen in Bündelchen getheilten Bündel erkennt man Querschnitte breiterer markhaltiger Nervenfasern und zwischen ihnen ein Gewebe, in welchem Gruppen von feineren, marklosen Nervenfasern stehen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Randpartie von einem Querschnitt eines Spinalwurzelbündels; am Rande ist eine piale Lamelle theilweise abgetrennt; man sieht übrigens in dem Zwischengewebe die Querschnitte der breiteren und schmäleren markhaltigen Nervenfasern, deren Myelinscheiden durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure als dunkelgefärbt hervortreten. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Querschnitt durch eine Spinalnervenwurzel, deren motorische Abtheilung links (*v*) und sensorische rechts (*h*) von einer gemeinsamen duralen Hülle zusammengehalten werden. Beide Abtheilungen sind durch bindegewebige, arachnoidale, lamelläre Fortsetzungen in eine Anzahl von Bündeln getheilt; ausserdem verlaufen einige abgetrennte Nervenbündel frei im äusseren Bindegewebe. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Véricks Obj. 1 und Ocul. 2.

Fig. 8. Querschnitt durch eine Spinalnervenwurzel näher gegen das Ganglion hin; links bei *v* die motorische Wurzel, deren Bündel immer noch dicht an einander hinziehen; die ganze übrige Partie (rechts *h*) besteht aus der sensorischen Wurzel, deren Bündel sich vielfach getheilt haben und in verschiedener Weise getrennt in der starken, fetthaltigen duralen Hülle verlaufen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Véricks Obj. 1 und Ocul. 2.

Fig. 9—12. Nervenfasern aus den spinalen Nervenwurzeln des Menschen. — Fig. 9. Einschnürungsstelle. — Fig. 10, 11. Fasern mit den vom Protoplasma umgebenen Kernen der Schwannschen Scheide; an der Fig. 11 ist die Myelinscheide künstlich in mehrere Abtheilungen getrennt, wodurch die Schwannsche Scheide scharf hervortritt. — Fig. 12. Nervenfaser, aus welcher der Axencylinder und theilweise die Myelinscheide ausgefallen sind, wodurch die Schwannsche Scheide mit ihrem vom Protoplasma umgebenen Kern schön zu sehen ist. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13. Einschnürungsstelle einer markhaltigen Nervenfaser aus einer spinalen Nervenwurzel des Hundes, mit Ueberosmiumsäure behandelt. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 14. Gruppe von markhaltigen Nervenfasern von verschiedener Breite, aus einer vorderen spinalen Nervenwurzel des Menschen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 15, 16. Markhaltige Nervenfasern aus spinalen Nervenwurzeln des Kaninchens. — Fig. 15. Kernführende Stelle, an welcher man durch die künstliche Spaltung der Myelinscheide die Schwannsche Scheide deutlich wahrnimmt. — Fig. 16 zeigt durch das Abtrennen der Myelin- und Schwannschen Scheide den breiten Axencylinder. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 17, 18. Partien von markhaltigen Nervenfasern aus der cerebralen Wurzel des Oculomotorius des Menschen, mit kernführenden Stellen und Einschnürung der Schwannschen Scheide. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 19—21. Markhaltige Nervenfasern aus der cerebralen Wurzel des Trigeminus des Menschen, mit kernführenden Stellen und Einschnürungen der Schwannschen Scheide. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 22. Gruppe von markhaltigen Nervenfasern aus der Vaguswurzel des Menschen, mit kernführenden Stellen und Einschnürungen der Schwannschen Scheide. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 23, 24. Markhaltige Nervenfasern aus dem Acusticus des Menschen, mit kernführenden Stellen und Einschnürungen der Schwannschen Scheide. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 5—9.



Lith. v N. O. Björkman. Dir v A. Key & G. Retzius Central-Tryckeriet, Stockholm

Tafel II.

Der Bau der Spinalganglien des Menschen.

Fig. 1—3. Das zellenreiche, in der Nähe der Ganglien auftretende »präparatorische» Gewebe der spinalen Nervenwurzeln. — Fig. 1. Partie eines Querschnitts einer Nervenwurzel; *Nb* Nervenwurzelbündelchen mit sehr reichlich kernführendem, interstitiellem (endoneuralem) Gewebe zwischen den einzelnen Nervenfasern. *PG* Bindegewebe zwischen den Nervenwurzelbündelchen mit sehr zahlreichen darin eingestreuten protoplasmatischen Zellen. Rechts sind in diesem »präparatorischen» Gewebe bei *Gz* einige Spinalganglienzellen schon aufgetreten. Behandlung mit Müllerscher Lösung. Gezeichnet bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus). — Fig. 2. Dasselbe Gewebe bei stärkerer Vergrösserung. HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). Die einen rundlichen oder ovalen Kern führenden Zellen zeigen sich als protoplasmatische, verzweigte oder geflügelte Platten, zwischen denen spaltenförmige Lücken offen bleiben. Zwischen den grösstentheils in Reihen angeordneten Zellen erkennt man sparsame fibrilläre Balkenzüge. Behandlung mit Müllerscher Lösung. — Fig. 3. Partie eines Querschnitts beim Uebergang der Nervenwurzel ins Ganglion mit Nervenfaserbündelchen und einzelnen Nervenfasern; eine Ganglienzelle erscheint in das kernreiche Gewebe eingestreut. Behandlung mit Müllerscher Lösung. Gezeichnet bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 4. Schnitt durch ein Spinalganglion, ein gewöhnliches Bild der Ganglienstructur darstellend. Rechts die Oberfläche mit dem mehrschichtigen Perineurium, *P*, von welchem endoneurale Lamellen, *E*, nach dem Inneren des Ganglion in verschiedenen Richtungen ziehen. Links findet man quergeschnittene Bündel von breiteren und schmäleren Nervenfasern; Ganglienzellen, von verschiedener Grösse und in ihre an der Innenseite mit Zellen bekleideten Kapseln eingeschlossen, liegen theils einzeln theils gruppenweise in den Nervenfaserbündeln oder im endoneuralen Gewebe zerstreut. Letzteres erscheint als ein mehr oder weniger homogenes oder lamelläres Bindegewebe mit zahlreichen Zellen, in welchem Nervenfasern und Blutgefässe unter verschiedenen Biegungen um die Ganglienzellen herum verlaufen; an zwei Ganglienzellen bilden die Nervenfasern die eigenthümlichen verworrenen Schlingen. Stichinjection mit Chloroform; dann Behandlung mit Müllerscher Lösung und Carmin. Gez. bei VÉRICKS Obj. 6 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partie aus dem Inneren eines Spinalganglion, einige in dem endoneuralen Gewebe liegende, in ihren Kapseln eingeschlossene Ganglienzellen zeigend; bei einigen derselben erkennt man gewunden verlaufende Nervenfasern. Stichinjection von Chloroform; Müllersche Lösung, Carmin. Gez. bei VÉRICKS Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie aus dem Inneren eines Spinalganglion. Das endoneurale Gewebe zwischen den Ganglienzellenkapseln zeigt ein Maschensystem von körnigen, vielfach zusammenhängenden Häutchen mit zwischen diesen befindlichen Lücken und Spalten. Ein Paar Blutgefässe, eins im Querschnitt, das andere in Längsansicht, ziehen durch das endoneurale Gewebe. Stichinjection von Ueberosmiumsäure, Färbung mit Carmin. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Partie aus dem Inneren eines Spinalganglion. Man sieht vier Ganglienzellen in ihren resp. Kapseln, *Gk*, von welchen sie sich zusammengezogen haben, wobei eine Anzahl der die Kapselinnenfläche bekleidenden Zellen mit gefolgt ist. Das endoneurale Gewebe zwischen den Ganglienzellenkapseln zeigt sich als aus dünnen Häutchen bestehend, an welchen theils Zellen haften, theils solche abgelöst in den zwischenliegenden Spaltenräumen liegen. Einige theils quergeschnittene, theils in Längsansicht befindliche Markfasern, *N*, sowie ein Paar Blutgefässe, *Bl*, ziehen zwischen den Häutchen hin. Stichinjection mit Ueberosmiumsäure, Carmin. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Lamellen aus dem Perineurium eines Spinalganglion, rechts in doppelter Lage; sie zeigen einen stark fibrillären Bau mit steif verlaufenden Fasern. Behandlung mit Müllerscher Lösung. Gez. bei VÉRICKS Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 33—38 und 47—49.


Fig. 1
Gc
Nb
Nb
Pg
Fig. 2
Fig. 4
E
P
E
P
Fig. 3
Fig. 8
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Gk
Bl
Gk
N
N
Dir v A Key & G Retzius

Tafel III.

Cerebrospinalganglienzellen des Menschen und anderer Vertebraten.

Fig. 1—7. Isolirte Cerebrospinalganglienzellen des Menschen. Gezeichnet bei Vérick's Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 1 und 2. Zellen aus Spinalganglien mit ihrem Ausläufer, von den Kapseln und den Ausläuferscheiden befreit; nach Maceration in 0,1 % Glycerinlösung. — Fig. 3. Ganglienzelle mit ihrem Ausläufer, zugleich mit ihrer Kapsel, resp. Ausläuferscheide, isolirt. Behandlung mit schwacher Lösung von chromsaurem Kali. — Fig. 4. Spinale Ganglienzelle, ihre Kapsel fast vollständig ausfüllend; der Ausläufer nicht wahrnehmbar. Behandlung mit Stichinjection von Chloroform in das Ganglion. — Fig. 5 und 6. Zellen (aus spinalen Ganglien), von reichlichen Nervenfaserknäueln umgeben. — Fig. 7. Zelle aus einem Spinalganglion, welche sich von der Kapsel stark zurückgezogen hat, wobei eine Anzahl Fortsätze zu letzterer künstlich ausgezogen sind. Behandlung mit Alkohol.

Fig. 8—10. Isolirte Ganglienzellen aus den Spinalganglien des Hundes. — In Fig. 8 ist die Kapsel resp. Ausläuferscheide vollständig entfernt; frisch untersucht; gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus). — Fig. 9 und 10. Kleine Fetzen der Kapsel resp. Ausläuferscheide haften hier an; sehr kurze und schwache Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11—15. Aus den Cerebrospinalganglien des Kaninchens. — Fig. 11. Gruppe von Ganglienzellen eines Spinalganglion, in ihre Kapseln eingeschlossen; an fünf dieser Zellen sieht man schön den unipolaren Ausläufer nach dem Entspringen aus der Zellensubstanz einige spiralige oder sonst gewundene Touren machen, um dann den Weg zwischen den Kapseln der angrenzenden Ganglienzellen fortzusetzen; an einer (unten links) sieht man ihn in eine markhaltige Nervenfaser übergehen. Behandlung mit Bealeschem Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 11 *a*. Isolirte, in ihrer Kapsel liegende Ganglienzelle (aus dem Ganglion Gasseri), bei welcher der Ausläufer noch innerhalb der Kapsel mehrere Schlängelungen macht. Behandlung mit Bealeschem Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 11 *b*. Isolirte, in ihrer Kapsel liegende Ganglienzelle (aus einem Lumbalganglion), bei welcher der von einer Myelinscheide umgebene Ausläufer mehrere Spiraltouren macht, ehe er die Kapsel verlässt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 11 *c* und 11 *d*. Isolirte Ganglienzellen (aus dem Ganglion Gasseri) mit ansitzendem Stück des Ausläufers, von den Kapseln befreit; an dem Ausläufer des letzteren haftet ein Fetzen der Scheide. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 12. Gruppe von Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri. Links sieht man eine grössere, von der Kapsel dicht umschlossene Zelle, deren schlingenförmig gewundener Ausläufer sich mit einer Myelinscheide umgiebt und später den Kernhaufen der Kapsel verlässt, um dann als freie, obwohl bald abgebrochene Markfaser zu verlaufen; über diese Ganglienzelle verläuft eine andere dicke Markfaser, welche nach kurzem Verlaufe (nach unten hin) sich an einer Einschnürungsstelle mit zwei anderen markhaltigen Nervenfasern verbindet, in dieser Weise eine T-förmige Nervenfaser Ranviers bildend. Die Breite dieser Nervenfasern schwannkte zwischen 0,009—0,018 Mm. Rechts oben liegt eine von ihrer Kapsel umschlossene Ganglienzelle, deren von einer Myelinscheide umgebener, gewunden verlaufender Ausläufer, mit einem von der gewöhnlichen Protoplasmazone umfassten Kern der Schwannschen Scheide versehen und allmählig sich verbreiternd, an der bald folgenden Einschnürungsstelle mit zwei Markfasern zusammenhängt, indem, wie es scheint, der Axencylinder des Ausläufers sich theilt und in die anderen beiden Markfasern übergeht, eine T-förmige Faser bildend. Rechts von dieser Ganglienzelle findet sich eine kleine Ganglienzelle, bei welcher kein Ausläufer wahrnehmbar ist. Die unterste Ganglienzelle zeigt hingegen einen aus der Kapselkernmasse hervortretenden, blassen, marklosen Ausläufer. Behandlung mit Ueberosmiumsäure von $^1/_4$ %. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 12 *a*. »T-förmige Nervenfaser« aus einem Lumbalganglion; man bemerke, wie der Axencylinder sich bei der Theilung verhält und wie die Schwannsche Scheide des rechten Armes gleichsam die Scheiden der anderen beiden in sich aufnimmt; die Myelinscheide des oberen Armes ist herausgefallen. Die Breite dieser drei Fasern war resp. 0,012, 0,0144, 0,018 Mm. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 12 *b*. Schmälere »T-förmige« Nervenfaser aus einem Lumbalganglion; die Breite der Nervenfaserarme war 0,006—0,007 Mm. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig 12 *c*. »T-förmige« Nervenfaser aus dem Ganglion Gasseri. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 13. Zwei kleinere Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri, welche nach einer Einschnürung je einen blassen marklosen Ausläufer aussenden; der längere der letzteren bekommt nach einer Strecke einen ovalen Kern und zeigt ganz das Aussehen einer marklosen Nervenfaser. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 14. Gruppe von kleinen Ganglienzellen aus einem Spinalganglion von einer gemeinschaftlichen Hülle zusammengehalten. Behandlung mit Bealeschem Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 15. Gruppe von sieben Zellen in einer gemeinsamen Kapsel liegend, aus einem Spinalganglion (Lumbalganglion); keine Kapselscheidewände u. d. waren zwischen diesen dicht an einander liegenden Zellen wahrnehmbar. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 16. Isolirte Ganglienzelle aus einem Spinalganglion des Frosches, bei welcher der Uebergang des Ausläufers in eine Markfaser sichtbar ist. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 17. Isolirte Ganglienzelle aus einem Spinalganglion der Kröte; Uebergang des Ausläufers in eine Markfaser. Behandlung mit Bealeschem Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 18—24. Cerebrospinalganglienzellen des Hechtes. — Fig. 18 und 18 *a*. Isolirte Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri, bei welchen nur je ein Ausläufer wahrnehmbar ist. Behandlung mit Bealeschem Carmin. Fig. 18 gez. bei Véricks Obj. 8, Fig. 18 *a* gez. bei dessen Obj. 6 und Ocul. 3. — Fig. 19. Gruppe von Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri, von einem kernreichen Bindegewebe umgeben; bie und da treten Blutcapillarschlingen hervor. Behandlung mit Bealeschem Carmin Gez. bei Véricks Obj. 6 und

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 8. Fig. 10. Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 12.
Fig. 11.
Fig. 11 a. Fig. 11 b. Fig. 12 a. Fig. 11 c.
Fig. 12 b.
Fig. 11 d. Fig. 13.

Fig. 16. Fig. 19.
Fig. 18 a.
Fig. 20. Fig. 18.
Fig. 17.
Fig. 26.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 24.
Fig. 14.
Fig. 25.
Fig. 23.
Fig. 12 c.
Fig. 27.
Fig. 15.

Dir. v. A. Key & Retzius
Central Tryckeriet, Stockholm



Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 20. Bipolare Ganglienzelle aus dem Vagusstamm; die Myelinscheide breitet sich von den beiden Markfasern (Ausläufern) überall rings um die Ganglienzelle aus. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 21. Bipolare Ganglienzelle aus dem Trigeminusstamm; hier hört die Myelinscheide der beiden Nervenfasern (Ausläufer) beim Eintritt derselben in die Kapsel der Ganglienzelle auf, so dass letztere von keinem Myelin umgeben ist. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 22. Nervenfaser mit Ganglienzelle (»bipolare» Ganglienzelle) aus dem Vagusstamm; hier ist in etwa gleichen Entfernungen von der Ganglienzelle beiderseits an der Nervenfaser eine Einschnürung vorhanden. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 23. Bipolare Ganglienzelle aus dem Acusticus, über deren Oberfläche die Myelinscheide sich überall fortsetzt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 24. Bipolare Ganglienzelle von ihrer Kapsel befreit; von den mit der Zelle zusammenhängenden beiden Axencylindern sind ebenfalls die Scheiden entfernt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 25—27. Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri des Neunauges. Gez. bei HARTNACKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 25. Isolirte bipolare Ganglienzelle, deren schmälerer, centraler Ausläufer nach unten und breiterer peripherischer nach oben gerichtet ist; die Ganglienzelle und ihre beiden Ausläufer sind durch einen schmalen Raum von der Kapsel resp. Ausläuferscheide getrennt; an der Innenseite der Kapsel sieht man die Kapselzellenschicht und an der Ausläuferscheide (Schwannschen Scheide) die eigenthümlichen, langen und schmalen Kerne; an der Aussenseite der Kapsel haften platte Zellen des Endoneurium. Behandlung mit Müllerscher Lösung. — Fig. 26. Isolirte bipolare Ganglienzelle, deren schmälerer centraler Ausläufer nach oben und breiterer peripherischer Ausläufer nach unten gerichtet ist; hier liegen die Ganglienzelle und ihre Ausläufer der Kapsel und Ausläuferscheide (Schwannschen Scheide) dicht an; in der Ganglienzellensubstanz finden sind glänzende Körnchen eingestreut. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 27. Zwei bipolare Ganglienzellen von verschiedener Grösse; die schmäleren centralen Ausläufer sind nach rechts und unten gerichtet, der der kleinen Zelle verläuft unter der grösseren Zelle und kommt neben dem der letzteren hervor, durch welche Anordnung irreleitende Bilder entstehen können; zwischen den beiden Ganglienzellen liegen Zellen des Endoneurium. Behandlung mit Müllerscher Lösung.

Siehe den Text S. 33—45.

Tafel IV.

Die Saftbahnen der cerebrospinalen und sympathischen Ganglien des Menschen. Injection von Richardsonscher Flüssigkeit.

Fig. 1. Ein der Länge nach durchgeschnittenes Spinalganglion aus der Lumbalregion, mit Injection von dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus. Loupenvergröss. (ungef. 4 mal). *a* die sensorische Wurzel, durch deren Subarachnoidalräume die Injectionsflüssigkeit in das Ganglion selbst eingeflossen und sich in den Spaltenräumen und im interstitiellen Gewebe desselben ausgebreitet hat. *b* die motorische Wurzel, welche, von der Flüssigkeit umspült, am unteren Rand des Ganglion verläuft. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol.

Fig. 2. Partie von einem in der Nähe des Wurzeleintritts gemachten Querschnitt eines Spinalganglion aus der Lumbalregion, mit Injection von dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus. Die Injectionsflüssigkeit hat, in dem Endoneurium vordringend, die Nervenbündelchen umspült und ist ausserdem hie und da zwischen die einzelnen Nervenfasern der Bündelchen (z. B bei *Bi.*) und die stellenweise eingestreuten Ganglienzellen eingeflossen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie von einem Querschnitt eines Spinalganglion aus der Lumbalregion, mit Injection von dem Subarachnoidalraum des Rückenmarks aus. Die Injectionsflüssigkeit hat die Ganglienzellenkapseln (*k*) umspült, ohne in dieselben einzudringen; an der Figur erscheinen die Ganglienzellen geschrumpft (an zwei Stellen sogar ausgefallen) und an der Innenseite der Kapseln sieht man die diese bekleidende Zellenschicht als eine körnige Masse. *B* Blutgefässe. Die Injectionsflüssigkeit ist ferner hier überall zwischen die Nervenfasern der Nervenbündelchen eingeflossen und hat sie rings umspült, ist aber nirgends in ihre Schwannschen Scheiden eingedrungen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie von einem Querschnitt eines Spinalganglion aus der Lumbalregion. Stichinjection ins Ganglion. *P* Perineurium mit Füllung der interlamellären Spaltenräume, in welche die Flüssigkeit von den nach der Oberfläche des Ganglion ziehenden endoneuralen Spaltenräumen ausgeflossen ist. Stellenweise sind die Ganglienzellennester von einem ampullären Injectionsnetz durchdrungen, welches in offener Verbindung mit den genannten Spaltenräumen steht. Nach der Injection mit Müllerscher Lösung und Alkohol behandelt. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Eine kleinere Partie von dem Querschnitt eines Spinalganglion, um die Gestalt der die Ganglienzellenkapseln umspinnenden Injectionsmaschen zu zeigen; rechts hängen letztere mit den injicirten grösseren interlamellären Spaltenräumen zusammen Stichinjection ins Ganglion. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Querschnitt von einem Nervenbündel eines Spinalganglion. Stichinjection in das Ganglion. Von den das Nervenbündel umgebenden Spaltenräumen ist die Flüssigkeit in das Innere des Bündels eingedrungen und hat sich da zwischen den Nervenfasergruppen verbreitet. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Querschnitt vom Halsstamm des Sympathicus. Stichinjection. Loupenvergrösserung. Der Schnitt ist am Uebergang des Nerven ins Ganglion gemacht. Die Perineuralräume sind durch die Injectionsflüssigkeit sehr ausgespannt. Bei *a* geht das Epineurium mit einem gröberen Blutgefäss tief in den Nerven hinein.

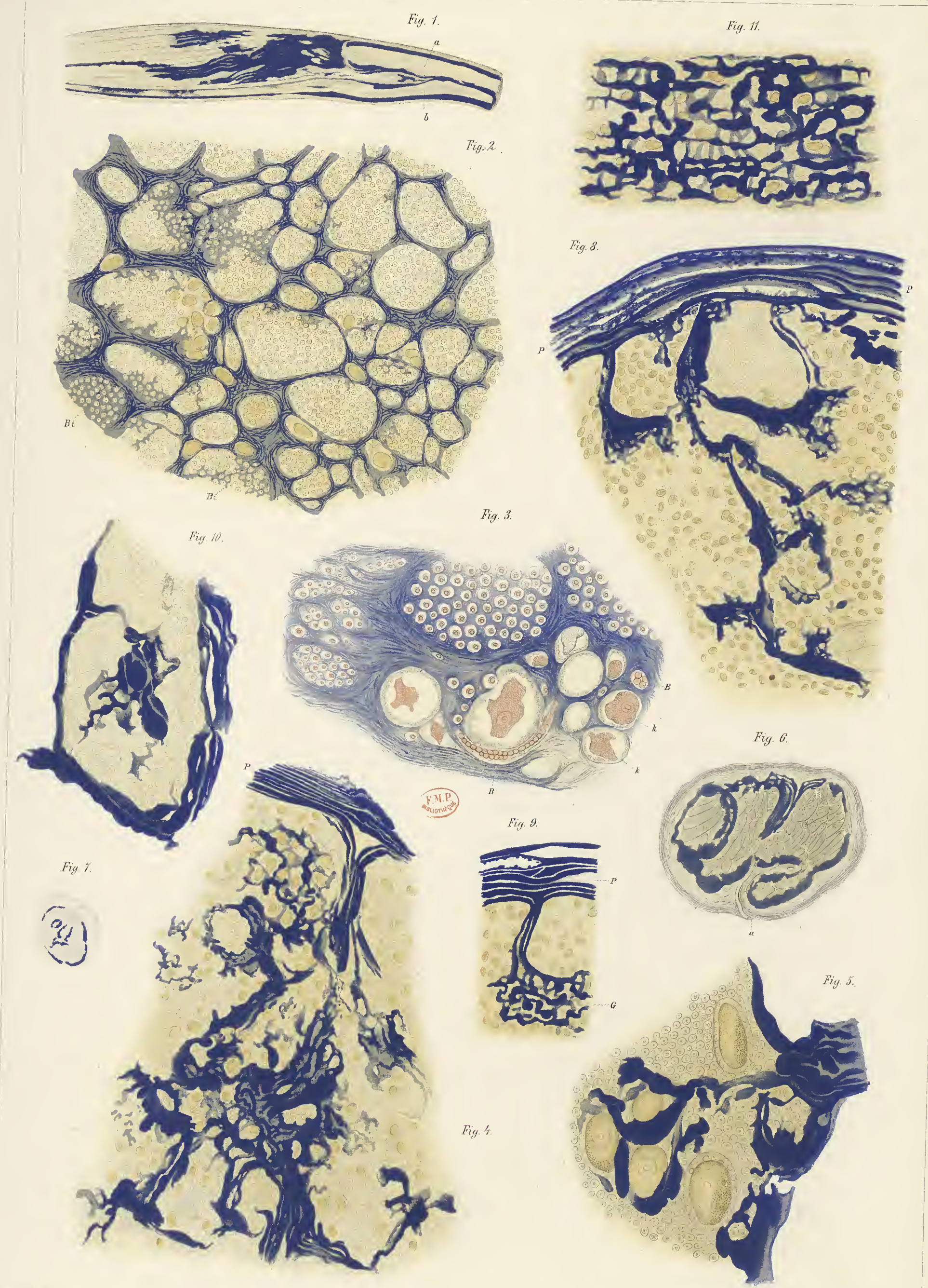
Fig. 7. Querschnitt vom Ganglion cervicale supremum des Sympathicus mit Injection durch Einstich in den Nerven selbst. 4 mal vergröss. Die Injectionsflüssigkeit befindet sich sowohl in den eigentlichen Perineuralräumen, als auch um die Nervenbündel im Inneren des Ganglion.

Fig. 8. Partie von einem Querschnitt eines sympathischen Ganglion. Stichinjection. Im Inneren des Ganglion sind mehrere endoneurale Spalten und die Ganglienzellen umspinnende Maschenräume von der Injectionsflüssigkeit gefüllt. Von den endoneuralen Spalten hat sich dieselbe reichlich in die interlamellären Spaltenräume des Perineurium, *P*, verbreitet. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Partie von einem Querschnitt eines sympathischen Ganglion. Stichinjection. Bei *G* sieht man ein die Ganglienzellen umspinnendes, ampulläres Injectionsnetz, welches durch endoneurale Spalten sich in die ebenfalls gefüllten Spaltenräume des Perineurium, *P*, öffnen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11. Partie von einem Schnitt aus dem Inneren eines sympathischen Ganglion (G. cœliacum). Durch Stichinjection ist ein schönes, die Ganglienzellen umspinnendes Injectionsnetz dargestellt. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 4 (ausgez. Tubus).

Betreffs der Fig. 1—5, 10 s. den Text S. 49—50.
Betreffs der Fig. 6—9, 11 s. den Text S. 147—148.


Fig. 1.
a
b
Fig. 11.
Fig. 2.
Bi
Bi
Fig. 8.
P
P
Fig. 3.
B
k
k
B
Fig. 10.
Fig. 6.
a
Fig. 9.
P
G
P
Fig. 7.
Fig. 5.
Fig. 4.

Tafel V.

Die Saftbahnen der spinalen und sympathischen Ganglien und der cerebrospinalen Nervenstämme beim Menschen. Injection von Asphalt-Chloroform, meistens durch directen Einstich.

Fig. 1—3. Saftbahnen der Spinalganglien. Nach senkrecht gegen die Ganglionoberfläche geführten Schnitten. — Fig. 1. Querschnitt beim Uebergang der Wurzeln ins Ganglion. *P*, Perineurium, dessen interlamelläre Spaltenräume von den endoneuralen Spaltenräumen des Inneren des Ganglion her mit Asphaltmasse gefüllt sind. Innerhalb des Perineurium und links sieht man mehrere quergeschnittene Nervenfaserbündel, *Nb*, welche von dem zum Theil sehr kernreichen (»präparatorischen») endoneuralen Bindegewebe getrennt sind; an einigen Stellen findet sich Injectionsmasse in diesem Gewebe. Bei zwei Bündeln (in der Mitte und unten) ist die Masse auch in deren Inneres eingedrungen und in den feineren endoneuralen Spalten umhergeflossen. In der Mitte und links (*Gz*) sowie auch unten an der Figur sind Ganglienzellennester eingelagert, und die Injectionsmasse hat in den Spaltenräumen um diese Zellen ein reichliches Maschenwerk gefüllt, welches mit den zwischen den Nervenfaserbündeln liegenden endoneuralen Spaltenräumen und ebenfalls mit den perineuralen Spaltenräumen in Verbindung steht. Nach der Injection mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Carmin behandelt. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgez. Tubus). — Fig. 2. Querschnitt des Ganglion. *P*, Perineurium mit stellenweise injicirten Spaltenräumen. Die innerhalb des Perineurium befindlichen Ganglienzellen sind von einem reichlichen Injectionsnetz umgeben. Die Injection war hier nicht durch Einstich ins Ganglion, sondern vom Subarachnoidalraum des Rückenmarks her ausgeführt. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Carmin. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 3. Querschnitt eines Ganglion. Unten sieht man Ganglienzellen, *Gz*, mit spärlichen, dieselben umstrickenden Injectionsmaschen, dann folgen nach oben hin quergeschnittene Nervenfaserbündel, *Nb*, theilweise mit gefüllten Saftbahnen im Inneren und mit ebenfalls injicirten Spaltenräumen zwischen den sie umgebenden endoneuralen Lamellen; letztere Injectionsbahnen hängen mit den im Perineurium, *P*, gefüllten Spaltenräumen zusammen; in dem nach oben (aussen) vom Perineurium befindlichen Gewebe, dem Epineurium, *E*, welches einige Querschnitte von Venen und Arterien sowie Nester von Fettkugeln zeigt, findet man ziemlich reichliche Injectionsnetze. Behandlung mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Carmin; Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4—6. Querschnitte mittelst Stichinjection gefüllter cerebrospinaler Nervenbündel (Aus dem Brachialplexus) — Fig. 4. Füllung der interlamellären Spaltenräume des Perineurium, *P*, und der in Verbindung mit diesen stehenden interlamellären endoneuralen Spaltenräume im Inneren des Nervenbündels; von den letzteren Räumen aus hat sich die Masse stellenweise in feinere Spalten zwischen den Nervenfasern verbreitet. Vom Perineurium her ist es in breiten Bahnen des Epineurium ausgedrungen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol; gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 5. Partie aus dem Inneren eines Querschnitts mit Injection in den endoneuralen Spaltenräumen zwischen den Bündelchen und zum Theil auch in den kleineren Spalten zwischen den Nervenfasern. An der Figur erkennt man die flächenhafte Ausbreitung dieser Bahnen nach der Längsaxe des Nerven durch die perspectivisch dargestellte Zeichnung. Gez. bei Véricks Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 6. Partie aus dem Inneren eines Querschnitts, theilweise mit noch reichlicherer Injection des Endoneurium; in der Mitte der Figur findet man die einzelnen Nervenfasern von der Injectionsmasse ganz umflossen. Gez. bei Véricks Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7, 8. Querschnitte mittelst Stichinjection gefüllter sympathischer Ganglien. — Fig. 7. Partie eines Querschnitts aus dem Inneren eines Halsganglion; hie und da sieht man quergeschnittene Nervenfaserbündel, grösstentheils ohne Injection, und zwischen denselben ein mit zahlreichen Ganglienzellen gefülltes Gewebe, welches von reichlichen feinen, die Ganglienzellen umstrickenden, Injectionsnetzen durchzogen ist. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 8. Partie eines Querschnitts an der Oberfläche, mit Injection des die Nervenfaserbündel und die Ganglienzellen umgebenden Endoneurium und der inneren Spalten der Perineurium, *P*. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (halb eingeschob. Tubus).

Fig. 9. Stichinjection mit Asphalt-Chloroform ins Rückenmark des Menschen. Die Masse ist in reichlichen, meistens der Länge nach zwischen den Nervenfasern ziehenden, aber auch seitliche Zweige abgebenden, feinen Netzen vorgedrungen. Unten rechts senkt sich eine grössere bogenförmige Schlinge herab, welche einem von Injectionsnetzen, die in die Marksubstanz einlaufen, umgebenen Blutgefäss entspricht. Nach der Injection mit Müllerscher Lösung und Alkohol behandelt. Gez. bei Véricks Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Für die Fig. 1—3 s. den Text S. 49—50.
Für die Fig. 4—6 s. den Text S. 109—112.
Für die Fig. 7—8 s. den Text S. 163—164.
Für die Fig. 9 s. den Text der Ersten Hälfte S. 153—154.



Central Tryckeriet, Stockholm

Tafel VI.

Isolirte Nervenfasern, myelinhaltige sowohl als myelinfreie, aus den Cerebrospinalnerven des Menschen. Sie sind sämmtlich mit Ueberosmiumsäure behandelt gewesen und bei derselben Vergrösserung (Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3, ausgezog. Tubus) gezeichnet. Sie haben deshalb eine zu einander relative Grösse und stellen einige Proben der Verschiedenheiten in der Breite und sonstigen Eigenschaften dieser Nervenfasern dar. *E* weist auf Einschnürungsstellen, *K* auf die von mehr oder weniger Protoplasma umgebenen Kerne der Schwannschen Scheide hin. Um von jeder Nervenfaser eine hinreichend weite Strecke darstellen zu können, mussten mehrere derselben an zwei Stellen gebogen abgebildet werden. Fig. 1—10 stammen vom erwachsenen, Fig. 11 vom embryonellen Menschen her.

Fig. 1—6 sind myelinhaltige Nervenfasern; Fig. 1 ist eine dicke, Fig. 2 eine mitteldicke, Fig. 3—6 sind schmälere solche Fasern. Bei allen ist die Myelinscheide als durch die Ueberosmiumsäure dunkel gefärbt abgebildet.

In der Fig. 1 findet man an den beiden Einschnürungsstellen die Schwannsche Scheide deutlich hervortretend und den Axenlinder eine Strecke von der Myelinscheide unbedeckt durch die Einschnürung tretend. Die beiden Einschnürungen sind weit von einander entfernt. Ungefähr mitten zwischen ihnen sieht man den rundlich-ovalen Kern in einer Ausbuchtung der Schwannschen Scheide liegen und in seiner Umgebung ein körniges Protoplasma sich nach beiden Seiten, der Nervenfaser entlang, eine weite Strecke hin innerhalb der Schwannschen Scheide erstrecken. Dies Protoplasma liegt nicht nur an der einen Seite der Nervenfaser, sondern umfasst sie theilweise in ihrer ganzen Peripherie. Aus dem Brachialplexus.

Fig. 2 stellt bei einer mitteldicken myelinhaltigen Nervenfaser ungefähr dieselben Verhältnisse dar, wie bei der Fig. 1. Man findet aber hier, dass die Einschnürungen, resp. die Kerne, einander näher liegen. Aus dem Brachialplexus.

Fig. 3 wiedergiebt eine schmälere myelinhaltige Nervenfaser, bei welcher die Myelinscheide etwas varikös erscheint. Die Einschnürungsstellen, welche hier schmal und kurz sind, liegen noch viel näher an einander und zwischen je zwei findet sich ein länglicher Kern innerhalb der etwas ausgebuchteten Schwannschen Scheide; nur wenig Protoplasma umgiebt hier die Kerne. Aus dem Brachialplexus.

Fig. 4. Eine andere schmälere myelinhaltige Nervenfaser, deren Myelinscheide nicht varikös ist. Aus dem Brachialplexus.

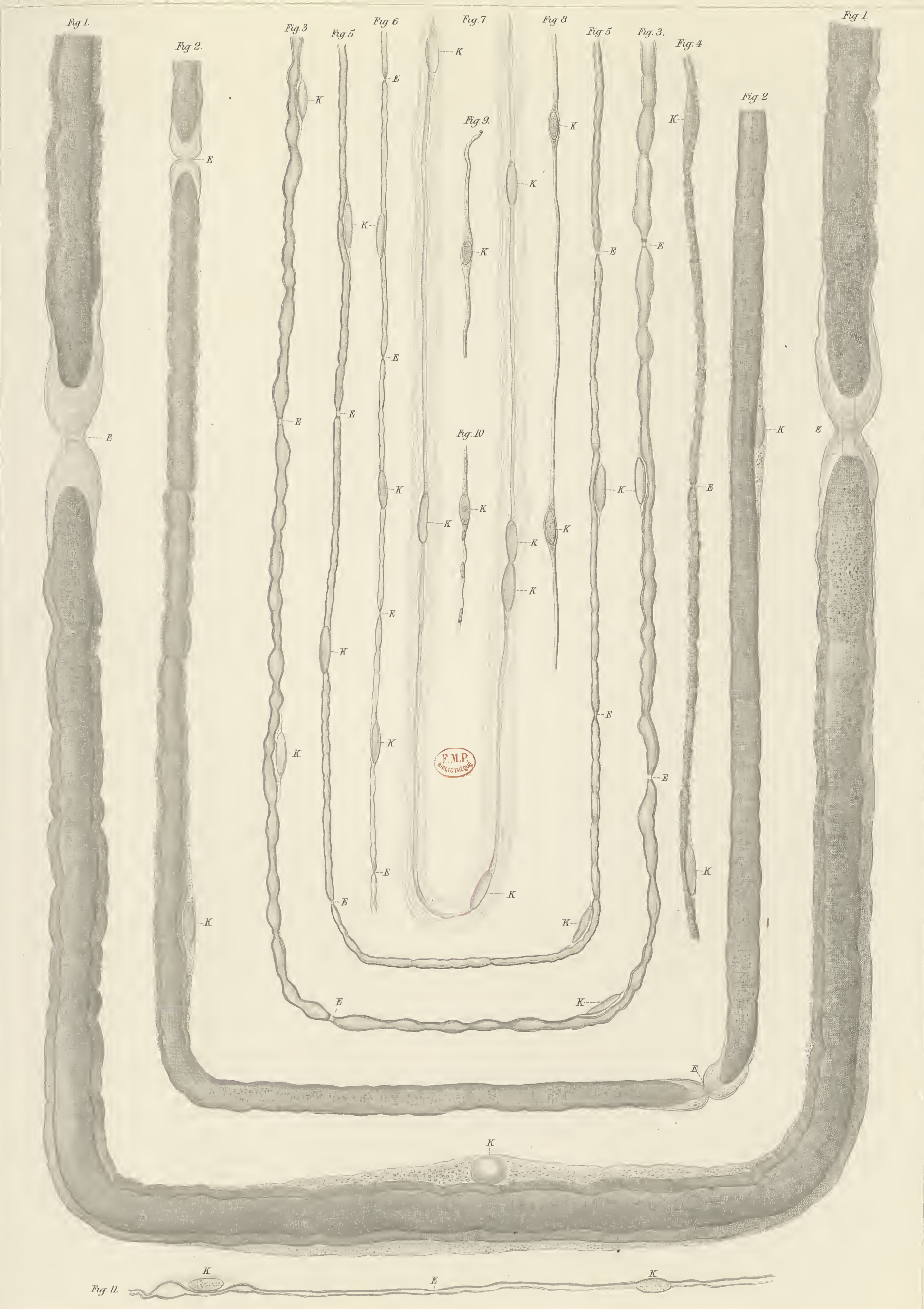
Fig. 5. Eine noch schmälere myelinhaltige Nervenfaser, deren Myelinscheide nur sehr wenig varikös erscheint; hier liegen die Einschnürungen, resp. die Kerne, einander noch näher als bei den in Fig. 3 und 4 abgebildeten Fasern. Aus einem Fingernerven.

Fig. 6. Eine sehr schmale myelinhaltige Nervenfaser, welche fast nicht varikös ist; die Einschnürungen, resp. die Kerne liegen hier in sehr kurzen Entfernungen von einander. Aus dem Brachialplexus.

Fig. 7—10. Myelinfreie Nervenfasern aus dem Brachialplexus. Keine Einschnürungen sind an diesen Fasern zu sehen. In der Nähe der spindelförmigen Kerne, welche breiter als die Fasern sind, erweitern sich die letzteren ein wenig; fast kein Protoplasma, oder nur hie und da einige Körnchen, findet sich in der Umgebung der Kerne. Bei Fig. 7 ist die ganze Faser in eine fibrilläre Scheide eingeschlossen; an dieser Faser sieht man an einer Stelle zwei Kerne dicht neben einander.

Fig. 11. Eine breitere Nervenfaser aus dem Brachialplexus eines kaum fünfmonatlichen menschlichen Embryo. Hier ist schon eine Myelinscheide aufgetreten. Ebenso findet man eine Einschnürung und die Kerne der Schwannschen Scheide. Bemerkenswerth ist, dass bei diesen Fasern verhältnissmässig wenig Protoplasma um die Kerne vorhanden war.

Siehe den Text S. 79—87.



Dir v A Key & G Retzius

Grav v W Grohmann Berlin

Tafel VII.

Myelinhaltige Nervenfasern des Menschen, theils mit Ueberosmiumsäure, theils mit Nitras argenticus behandelt. Bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3, ausgezog. Tubus (Fig. 4 bei HARTN. Obj. 7 und Ocul. 3) gezeichnet.

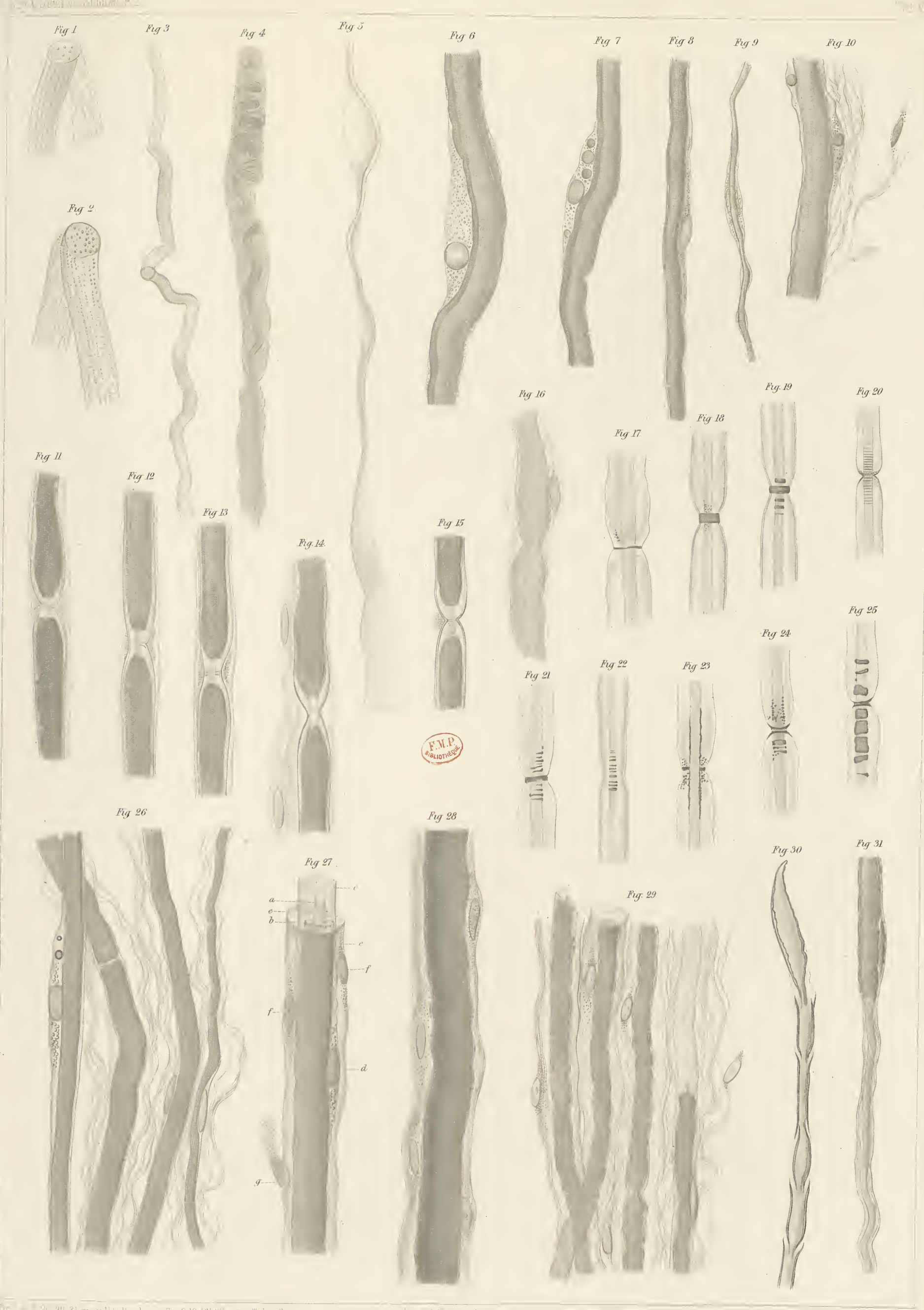
Fig. 1—5. Axencylinder aus Dorsalnerven mit Ueberosmiumsäure behandelt. — Fig. 1 und 2. Partien zweier umgebogenen, isolirten Axencylinder von rundlichem (ovalem) Querschnitt. In ihrem Inneren treten mehr oder weniger deutlich Längsreihen glänzender Körnchen hervor; am optischen Querschnitt sieht man solche Körnchen scharf, und sie könnten hier leicht für Durchschnitte von Fäden genommen werden. — Fig. 3. Ein isolirter etwas gebogener Axencylinder von rundlichem Durchschnitt. — Fig. 4. Ein in ihrer Schwannschen Scheide liegender, vom zerbröckelten Myelin umgebener Axelcylinder, welcher theilweise sich spiralig zusammengezogen hat, wodurch der rundliche optische Durchschnitt erscheint. — Fig. 5. Ein bandförmig abgeplatteter, homogen aussehender Axencylinder, welcher sich theils von der Fläche, theils von der Kante zeigt.

Fig. 6—9. Kernführende Stücke myelinhaltiger Nervenfasern von verschiedener Breite. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — In Fig. 6 sieht man die den Axencylinder einschliessende Myelinscheide gebogen verlaufen, und in dieser Biegung die Schwannsche Scheide eine Ausbuchtung bilden, welche von einer Masse ausgefüllt ist, die aus homogener Grundsubstanz mit zahlreichen eingestreuten, grösseren und kleineren Körnchen besteht; in diese protoplasmatische Masse, welche sich längs dem Nerven eine Strecke weit hinzieht und auch an der entgegengesetzten Seite desselben erscheint, liegt, an die Schwannsche Scheide dicht anstossend, der kugelrunde, glänzende Kern eingebettet. Aus einem Dorsalnerven. — Fig. 7 zeigt in der Ausbuchtung der Schwannschen Scheide die nämliche protoplasmatische Masse und darin liegend einen eiförmigen Kern, aber ausserdem einige durch die Ueberosmiumsäure schwärzlich gefärbte Kugeln von verschiedener Grösse. Aus dem Brachialplexus. — Fig. 8. Hier ist die protoplasmatische Partie mehr nach der Länge der Nervenfaser ausgezogen, der Kern ebenfalls länglicher. Aus dem Fingernerven eines jungen Menschen. — Fig. 9 zeigt an einer schmäleren Nervenfaser die Schwannsche Scheide an einigen Stellen ausgebuchtet und von der Myelinscheide abstehend. An der Innenseite der bei weitem grössten Ausbuchtung der Schwannschen Scheide sieht man unterhalb der Myelinscheide den ovalen, von seiner Protoplasmazone umgebenen Kern. Aus dem Brachialplexus.

Fig. 10. Das kernführende Stück einer myelinhaltigen Nervenfaser. Der innerhalb der weiten Schwannschen Scheide befindliche Kern ist von der gewöhnlichen Protoplasmazone umgeben; an der anderen Seite der Faser liegt, ebenfalls innerhalb dieser Scheide, eine isolirte, durch die Ueberosmiumsäure schwärzlich gefärbte Kugel. Rechts findet man ausserhalb der Schwannschen Scheide ein fibrilläres Gewebe, welches Fetzen der zerrissenen Fibrillenscheide darstellt; an demselben haftet ein von Protoplasma umgebener Kern, sowie andere Partien der diese Scheide bekleidenden Häutchenzellen. Aus dem Brachialplexus.

Fig. 11—16. Einschnürungsstellen mit Ueberosmiumsäure behandelter myelinhaltiger Nervenfasern aus verschiedenen Nervenstämmen; Fig 11—15 vollständige Einschnürungen. — Fig. 11. Innerhalb der Fibrillenscheide sieht man die eingeschnürte Schwannsche Scheide mit einer quergehenden Firste, welche einer ringförmigen Falte der Scheide entspricht; durch diesen Ring tritt der Axencylinder von der Myelinscheide unbedeckt hindurch, indem letztere beiderseits etwas zugespitzt endigt. Eine schwache Ausbuchtung ist zu beiden Seiten der Einschnürung an der Schwannschen und der Myelinscheide zu sehen. Rings um die Einschnürung ist zwischen der Schwannschen und der Fibrillenscheide eine körnige Partie wahrnehmbar. — Fig. 12. Wie die Fig. 11 mit der Ausnahme, dass die Schwannsche Scheide hier nur an der einen Seite einen faltenförmigen Vorsprung zeigt, an der anderen ungefaltet erscheint. — Fig. 13. Dieselbe Einschnürung wie die Fig. 12, aber bei etwas tieferer Einstellung des Focus, wodurch der faltenförmige Vorsprung an der unteren Seite der Schwannschen Scheide hervortritt und als bis zur rechten Seite sich fortsetzend erscheint; der Axencylinder zeigt sich in letzterer Figur breiter. — Fig. 14. Hier sieht man keine eigentliche Falte der Schwannschen Scheide, nur eine Einknickung als Rand der Einschnürung. An der etwas zerrissenen Fibrillenscheide sind Häutchenzellen mit zwei Kernen zu beobachten. — Fig. 15. Hier ist der Vorsprung der Einschnürung wieder deutlicher ausgesprochen. — Fig. 16. Eine unvollständige Einschnürung; man sieht die Myelinscheide ohne wirkliche Unterbrechung nur etwas verengert durch die Einschnürung der Schwannschen Scheide sich fortsetzen.

Fig. 17—25. Versilberte Einschnürungsstellen myelinhaltiger Nervenfasern. — In Fig. 17 sieht man nur einen schmalen dunklen Ring an der Einschnürung, ausser einigen Körnchen innerhalb der Schwannschen Scheide; der Axencylinder ungefärbt. — In Fig. 18 ist der Ring sehr breit und der Axencylinder jederseits schwach gefärbt. — In Fig. 19 ist ebenfalls an der Einschürung selbst ein breiter Ring, aber ausserdem sind um den Axencylinder einige theils breitere, theils schmälere gefärbte Ringe vorhanden. — Fig. 20 zeigt keinen Ring an der Einschnürung, nur einige feine Punkte an der Innenseite der Schwannschen Scheide. Am Axencylinder sieht man eine Reihe dichtstehender, feiner, gefärbter Querstreifen (oder Ringe). — Fig. 21 zeigt ausser dem Einschnürungsring einige ziemlich starke mehr oder weniger vollständige Querringe, welche vom Axencylinder hie und da deutliche Vorsprünge bilden. — Fig. 22 stellt eine äusserst schwache Einschnürung und keinen Ring an derselben dar; am Axencylinder sieht man hingegen eine Reihe vorspringender Ringe. — In der Fig. 23 ist der Einschnürungsring schmäler und nur an der unteren Seite der Schwannschen Scheide zu sehen; jederseits finden sich aber hier gefärbte Körnchen an der Innenseite dieser Scheide. Am Axencylinder, welcher im optischen Längsschnitt gezeichnet ist, sieht man eine ziemlich zusammenhängende, ihn aussen umgebende, körnige, gefärbte Schicht. — Fig. 24. An der Einschnürung ist die Schwannsche Scheide jederseits gefärbt; Ringe und Körnchen finden sich am Axencylinder;



Bjorkman Fig 9,10 27 28 gez v Th Lundberg

A Key & G Retzius

Grav v W Grohmann



ausserdem ist aber auch derselbe eine Strecke homogen gefärbt. — Fig. 25. Ausser dem schmalen Ring der Einschnürung findet sich am Axencylinder eine Reihe theils schmaler, theils ganz breiter und dicker, gefärbter, unregelmässiger Ringe, welche vielleicht durch Zerspaltung einer zusammenhängenden, den Axencylinder umgebenden Schicht entstanden sind.

Fig. 26—29. Myelinhaltige Nervenfasern in ihren Fibrillenscheiden eingeschlossen. — Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 26. Vier Nervenfasern, von welchen drei an der Innenseite der Schwannschen Scheide Kerne führen. In der Umgebung des Kerns der linken Faser liegen grössere glänzende Körner und ausserdem zwei Kugeln, die durch die Säure dunkel gefärbt sind. Die Fibrillenscheiden dieser Fasern sind zerrissen und in Faserbündeln aufgelöst. Aus einem Wadennerven. — Fig. 27. Eine von vollständiger Fibrillenscheide umgebene Nervenfaser; *a* Axencylinder; *b* Myelinscheide; *c* Schwannsche Scheide; *d* Kern der Schwannschen Scheide, von grösseren glänzenden Körnchen umgeben; *e* Fibrillenscheide, welcher bei *f* eine Häutchenzelle in natürlicher Lage anliegt, bei *g* eine solche Zelle theilweise abgelöst anhaftet. Aus dem Brachialplexus. — Fig. 28. Eine von einer vollständigen Fibrillenscheide umgebene Nervenfaser mit mehreren jener anliegenden Häutchenzellen. Aus dem Brachialplexus. — Fig. 29. Vier Nervenfasern von Fibrillenscheiden umgeben; rechts eine, deren Myelinscheide und Axencylinder theilweise ausgefallen sind, dann folgt eine Faser mit Einschnürung. Die Anordnung der Fibrillenscheiden mit ihren Häutchenzellen ist hier sehr schön zu sehen; an der rechten Faser ist diese Scheide jedoch etwas zerrissen. Aus einem Fingernerven.

Fig. 30. Einkerbungen der Myelinscheide einer Nervenfaser, wie sie öfters nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure u. dergl. auftreten.

Fig. 31. Eine Nervenfaser, aus welcher die Myelinscheide theilweise ausgefallen ist; die Schwannsche Scheide liegt dann um den Axencylinder zusammengefallen. Aus einem Fingernerven. Ueberosmiumsäure.

Siehe den Text S. 79—86.

Tafel VIII.

Cerebrospinale Nervenfasern des Hundes, des Kaninchens, des Buchfinken und des Sperlings. Alle bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1—6 vom Hunde. — Fig 1, 2. Markhaltige Nervenfasern von verschiedener Breite. *E* Einschnürungen, *K* von Protoplasma umgebene Kerne an der Innenseite der Schwannschen Scheide, mit Ueberosmiumsäure behandelt. — Fig. 3. Marklose Nervenfaser von bedeutender Dicke (möglicherweise aus mehr als einer Faser zusammengesetzt, obwohl keine Andeutung zu einer derartigen Zusammensetzung zu sehen war). Die Faser ist des Platzes wegen in einer bogenförmigen Schlinge gezeichnet. Die Kerne finden sich an ihr in gewissen Abständen. Aus dem Brachialplexus und mit Ueberosmiumsäure behandelt. — Fig. 4. Die Einschnürungsstelle einer versilberten markhaltigen Nervenfaser; ein gefärbter, an einem Punkte unterbrochener Ring ist hier vorhanden. — Fig. 5, 6. Isolirte Axencylinder gleich nach dem Tode des Thieres mit Ueberosmiumsäure behandelt. Längsgestellte Reihen von feinen, stärker lichtbrechenden Körnchen sind in deren Substanz wahrnehmbar; im optischen Durchschnitt sieht man ebenfalls solche Körnchen.

Fig. 7—21 vom Kaninchen. — Fig. 7—10. Markhaltige Nervenfasern von verschiedener Breite. *E* Einschnürungen, *K* Kerne; wie beim Menschen und Hunde sieht man, dass die Entfernungen dieser Gebilde mit der Breite der Nervenfaser wachsen. Aus dem Brachialplexus. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 11, 13. Marklose Nervenfasern aus dem Brachialplexus; in gewissen Abständen sitzen an ihnen Kerne. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 12. Drei neben einander liegende Nervenfasern, von welchen eine marklos und zwei markhaltig sind. Aus dem Brachialplexus. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 14 und 15. Einschnürungsstellen markhaltiger Nervenfasern aus dem Brachialplexus. In der Fig. 14 reicht die Myelinscheide fast bis zur Einschnürung, in Fig. 15 endigt sie etwas weiter von derselben. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 16—21. Versilberte Einschnürungen markhaltiger Nervenfasern, bei denen ähnliche Bilder zu sehen sind, wie die in Taf. VII Fig. 17—25 vom Menschen abgezeichneten.

Fig. 22—26 vom Buchfinken. — Fig. 22—25. Markhaltige Fasern von verschiedener Breite; aus dem Brachialplexus. *E* Einschnürungen, *K* Kerne. Aus diesen Figuren ist es ebenfalls ersichtlich, dass die Entfernungen der Einschnürungen, resp. der Kerne, mit der Breite der Nervenfasern wachsen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 26. Marklose Nervenfaser aus dem Brachialplexus. Kerne sitzen in gewissen Abständen an ihr. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 27 vom Sperling. Ein Bündel versilberter markhaltiger Nervenfasern, um das Verhalten der Einschnürungsstellen gegen dies Reagenz zu zeigen.

Siehe den Text. S. 87—90.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 5. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26.

Fig. 6

Fig. 14. Fig. 15.

Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Fig. 27.

Fig. 4.

E K

Tafel IX.

Cerebrospinale Nervenfasern des Frosches. Die Figuren sind bei derselben Vergrösserung (HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3, ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1, 2. Markhaltige Nervenfasern von verschiedener Breite, aus dem Brachialplexus. *E* Einschnürungen, *K* Kerne. Die Myelinscheide zeigt an der Fig. 1 zahlreiche künstliche Einkerbungen; diese Nervenfaser ist von einer Fibrillenscheide umgeben. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 3—6. Marklose Nervenfasern verschiedener Breite, aus dem Brachialplexus. Die Entfernung der ansitzenden Kerne ist bei den verschiedenen Nervenfasern verschieden. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 7—17. Einschnürungsstellen markhaltiger Nervenfasern. Fig. 7, 8 bieten die gewöhnlichste Form dar; an den übrigen sieht man die oben im Text beschriebenen Variationen; Fig. 15 zeigt eine unvollständige Einschnürung; Fig. 17 eine Einschnürung der Schwannschen Scheide, aus welcher der Axencylinder und theilweise die Myelinscheide ausgefallen sind; Fig. 7, 8, 9, 14, 15, 16 zeigen noch um die Nervenfaser eine Fibrillenscheide mit stellenweise ansitzenden Häutchenzellen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 18—23. Einschnürungsstellen versilberter Nervenfasern von verschiedener Breite; man erkennt hier die im Text beschriebenen Variationen der Silberbilder (Vergl. auch die versilberten Einschnürungen beim Menschen (Taf. VII), beim Kaninchen (Taf. VIII), beim Hecht (Taf. X).

Fig. 24, 25. Markhaltige, mit Ueberosmiumsäure behandelte Nervenfasern, um das verschiedenartige Verhalten des Axencylinders zu zeigen; bei Fig. 24 verläuft letzterer in einem offenen Raum innerhalb der Myelinscheide und zeigt nach seinem Austreten an der Biegungsstelle einen rundlichen optischen Durchschnitt; an der Fig. 25 ist der Axencylinder hingegen von der Myelinscheide (bis zu seinem Austreten aus derselben) dicht umschlossen.

Siehe den Text S. 90—92.



Dr. v A Key & G Retzius

Tafel X.

Cerebrospinale Nervenfasern des Hechtes. Alle Figuren sind bei derselben Vergrösserung (Vérick's Obj. 8 und Ocul. 3, ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1—4. Markhaltige Nervenfasern von verschiedener Breite, aus dem Trigeminus. *E* Einschnürungen, *K* Kerne; es geht aus den Figuren hervor, dass die Entfernungen der Kerne bei steigender Breite der Nervenfasern immer geringer werden. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Hie und da sind übrigens die schiefen Unterbrechungen der Markscheide abgebildet.

Fig. 5. Eine marklose Nervenfaser aus dem Trigeminus. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 6—8. Schwannsche Scheiden, aus welchen der Axencylinder und die Myelinscheide ausgefallen sind. Aus dem Trigeminus. An der Fig. 6 sieht man, dass die Kerne an der Innenseite der Scheide sitzen, an der Fig. 7 und 8 sind Einschnürungen abgebildet. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 9. Einschnürungsstelle einer Nervenfaser, bei welcher Myelinscheide und Axencylinder in situ liegen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 10—14. Einschnürungsstellen versilberter, markhaltiger Nervenfasern des Trigeminus, bei welchen ähnliche Bilder zu sehen sind wie beim Menschen, Kaninchen und Frosche.

Fig. 15—20. Theilungen markhaltiger Nervenfasern aus Spinalnerven und Trigeminus. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. An der Fig. 15 (aus einem Spinalnerven) sieht man eine Zweitheilung; an der Fig. 16 findet man ebenfalls eine Zweitheilung, bei welcher vom Axencylinder ein schmälerer Ast abgeht; an der Fig. 17 sieht man die Zweitheilung des Axencylinders noch eine Strecke vor der Einschnürung und Theilung der Scheiden angedeutet. An der Fig. 18 ist die Markscheide ausgefallen, wodurch die Theilung der Schwannschen Scheide und des Axencylinders schärfer hervortritt. Eine äussere Scheide ist auch zu sehen. In der Fig 19 ist eine trichotomische Theilung abgebildet. In der Fig. 20 findet man eine Theilung der Nervenfaser in fünf Fasern; hier ist auch eine äussere Scheide zu sehen. Ueberall ist eine Einschnürung an der Theilungsstelle vorhanden.

Siehe den Text. S. 92—94.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.

Tafel XI.

Nervenfasern und Perineurallamellen aus dem Trigeminus des Neunauges.

Fig. 1—5. Isolirte Nervenfasern von verschiedener Breite; alle nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure, theils mit, theils ohne nachheriger Anilinfärbung, bei Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet. Die Fasern sind grösstentheils ganz nackt mit ihrer Schwannschen Scheide und deren eigenthümlichen langgezogenen Kernen zu äusserst. — An der Fig. 1 sieht man rechts bei *a* eine von den der Fibrillenscheide angehörigen, äusserst dünnen Häutchenzellen anhaftend; an der Fig. 2 ist die feine durchsichtige Fibrillenscheide grösstentheils beibehalten, ihre Zellen mit den Kernen aber weggefallen; die Fig. 5 zeigt links einige seitlich von der Faser abstehende, isolirte Fibrillen der erwähnten Scheide. In Inneren der in Fig. 1 abgebildeten Faser sieht man besonders deutlich die, übrigens an allen Figuren mehr oder weniger hervortretende, Längsstreifung. Die ganze Faser scheint von vielen kleineren distincten Fasern zusammengesetzt zu sein. An der Fig. 2 sieht man bei *a*, wie diese kleineren Fasern sich ausserhalb des abgerissenen Endes der Schwannschen Scheide fortsetzen, und wie sich eine feinkörnige Substanz zwischen ihnen befindet. An den Fig. 2 u. 3 erkennt man besonders deutlich, wie diese körnige Substanz in der Mitte der Faser stärker angesammelt ist, hier einen dunkleren centralen, in Anilin sich mehr lebhaft roth färbenden Strang bildend. An den untern Enden der Fig. 2 u. 3, wo die Fasern um ihre Axe gedreht sind, tritt die platte bandförmige Gestalt dieser Fasern hervor. Die Fig. 4 zeigt am unteren Ende einen linsenförmigen Durchschnitt der abgebildeten Faser.

Fig. 6. Ganz nackte, frisch in Humor aqueus isolirte Nervenfaser. Die Schwannsche Scheide tritt scharf hervor, ihre Kerne aber markiren sich nicht. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 7. Platte Nervenfaser zum Theil von der Kante gesehen. Die Fibrillenscheide mit deren Häutchenzellen theilweise deutlich hervortretend. Osmiumpräparat. Hartnack Obj. 8 und Ocul. 3.

Fig. 8. Gebogene Faser, welche am optischen Durchschnitt eine ganz drehrunde Form zeigt. Frisch in Humor aqueus. Hartnack Obj. 8 und Ocul. 3.

Fig. 9. Faser eines frisch in Bealeschen Carmin eingelegten und nachher in Spir. concentr. aufbewahrten Nervenstammes. Von *a* bis zum unteren Ende ist der Axencylinder aus der Schwannschen Scheide ausgerissen. Diese Scheide sieht man dann hier ganz leer mit den langgezogenen Kernen an ihrer Innenseite festsitzend. Hartnack Obj. 8 und Ocul. 3.

Fig. 10. Eine Faser aus einem Nerven, der wie der vorige behandelt ist. Der Axencylinder ist von der Schwannschen Scheide ein wenig zurückgezogen. Links sieht man bei *a*, wie zwei Kerne an der etwas gequollenen Schwannschen Scheide ganz dicht mit ihren Enden aneinander liegen. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 11. Von einem nur kurz mit Ueberosmiumsäure, nachher eine Zeitlang aufbewahrten Nerven, bei der Untersuchung mit Anilin gefärbt. Nach aussen von der etwas gekräuselten Schwannschen Scheide sieht man die helle Fibrillenscheide mit einer Häutchenzelle. Der Streifen, den man über dem Kern sieht, ist der optische Ausdruck der von der Kante gesehenen häutchenartigen Ausbreitung der Zelle. Hartnack Obj. 8 und Ocul. 3.

Fig. 12. Nervenfaser eines frisch in Bealeschem Carmin und nachher in Spir. concentr. aufbew. Nervenstammes. Der Axencylinder von der Schwannschen Scheide zurückgezogen. Die Kerne der letztgenannten Scheide, sowie die Häutchenzellen der Fibrillenscheide deutlich wahrnehmbar. Hartnacks Obj. 8 und Ocul. 3.

Fig. 13. Eine sehr feine Nervenfaser aus einem wie der vorige behandelten Nerven. Die Schwannsche Scheide angeschwellt. Die Figur ist hauptsächlich gezeichnet, um die Entfernungen der Kerne an den feinsten Fasern des Petromyzon zu zeigen. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 14. Aus einem frisch in Bealeschen Carmin eingelegten Nerven. Diese Figur zeigt die allgemeine Anordnung der Kerne der Nervenfasern und der Häutchenzellen der Fibrillenscheiden. Hartnack Obj. 7 und Ocul. 3.

Fig. 15. Zeigt hauptsächlich dasselbe wie die vorige Figur, aber bei stärkerer Vergrösserung, und mit den Häutchenzellen deutlicher hervortretend. Osmium-Anilin-Präparat. Die Nervenfasern gehören alle zu den feineren. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 16. Aus einem frisch in Bealeschen Carmin, nachher in Spirit. concentr. eingelegten Nerven. Die Schwannschen Scheiden geqnollen und mit sehr schwachen äusseren Contouren. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 17. Isolirte und zum Theil flach ausgebreitete Häutchenzellen der Fibrillenscheiden. Osmium- Anilin-Präparat. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 18. Zellen mit isolirten Fibrillen einer Fibrillenscheide. Osmium- Anilin-Präparat. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 19 und 20. Perineurallamellen. Osmium-Anilin-Präparat. Hartnack Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Alle Figuren sind bei ausgezogenem Tubus des Mikroskops gezeichnet.

Siehe den Text S. 94—97.


Fig. 1.
Fig. 2.
a
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 9
a
Fig. 10.
a
Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 12.
Fig. 18.
Fig. 16.
Fig. 8.
Fig. 19.
Fig. 15.
Fig. 17.
Fig. 14.
Fig. 20.

Tafel XII.

Perineurium, Epineurium und Endoneurium der cerebrospinalen Nerven.

Fig. 1. Randpartie eines Querschnittes eines Nervenbündels aus einem peripherischen Nerven (Brachialis) des Menschen, die aufgeblätterten Perineuralhäutchen, *P*, nebst einigen Epineuralhäutchen, *Ep*, zeigend. Der Schnitt ist an einem gefrornen Nerven gemacht und dann in Anilin gefärbt. Die dünnen Perineuralhäutchen liegen noch an einigen Stellen dicht an einander, an einigen Stellen hängen sie mittelst feiner, überspringender Balken zusammen. In den drei nach aussen liegenden, auch grösstentheils aufgeblätterten Epineuralhäutchen sieht man die wellenförmige, längsgehende Fibrillirung sehr deutlich. Die Kerne sind weder an den Peri- noch an den Epineuralhäutchen gezeichnet. Die inneren Perineuralhäutchen liegen dicht am Nervenbündel zusammen; man sieht einige endoneurale Fortsetzungen von ihnen zwischen den Gruppen der quergeschnittenen Nervenfasern einherlaufen. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

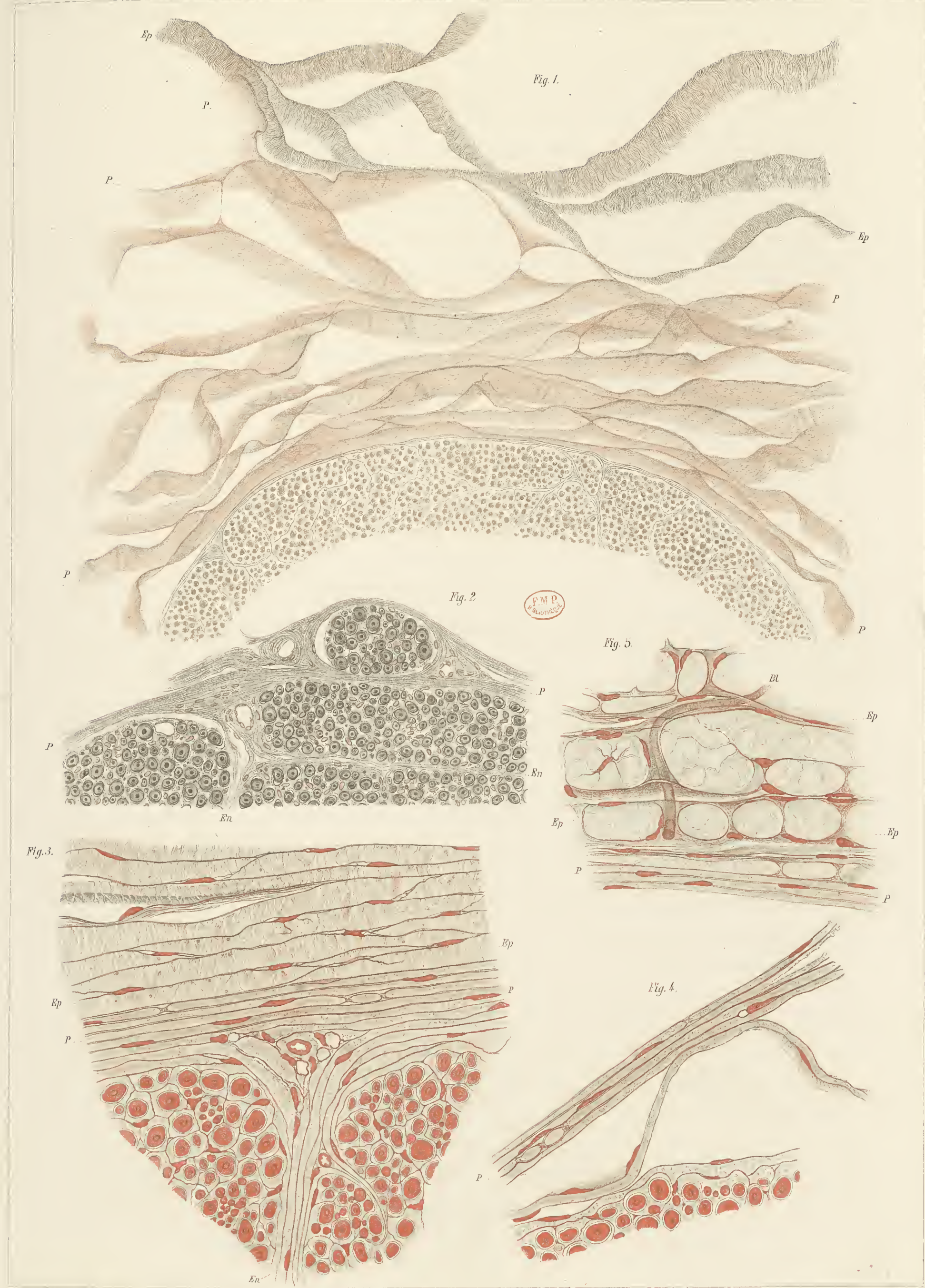
Fig. 2. Randpartie des Querschnittes eines Nervenbündels aus einem peripherischen Nerven (Ischiadicus) des Menschen. *P*, Perineurium, welches ein kleineres, dicht an dem grösseren Nervenbündel liegendes und von demselben eben abgezweigtes Nervenbündel umschliesst, und in das Innere des grösseren Nervenbündels endoneurale Fortsetzungen, *En*, hineinsendet, wodurch also dieses Bündel in kleinere Gruppen getheilt wird; die endoneuralen Fortsetzungen sind an einigen Stellen aufgeblättert und umfassen hie und da quergeschnittene, von ihren concentrischen Endothelhäutchen umschlossene Blutgefässe. Die Perineuralhäutchen liegen an einander und erscheinen durch feine Streifen nur schwach angedeutet. Die Nervenfasern erscheinen quergeschnitten und durch das Endoneurium getrennt, in welchem die Fibrillenscheiden und die Kerne der dieselben bekleidenden Zellenscheiden mehr oder weniger deutlich hervortreten; hie und da sind die Myelinscheiden etwas von den Schwannschen Scheiden getrennt; die Axencylinder erscheinen in der Mitte der Myelinscheiden; an einer Stelle links ist aus einer Nervenfaser sowohl der Axencylinder als die Myelinscheide herausgefallen, so dass die Schwannsche Scheide leer da steht. Links an der Figur ist die ganze Nervenfasergruppe etwas vom Perineurium und seiner endoneuralen Fortsetzung abgetrennt. Behandlung mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Carmin. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Randpartie eines Querschnitts eines Nervenbündels aus einem peripherischen Nerven (Brachialis) des Hundes. Oben sieht man im Querschnitt stark angeschwollene, breite, epineurale Lamellen, *Ep*, von kernführenden Häutchenzellen bekleidet und durch schief verlaufende Brücken getheilt. Dann folgen die dichtliegenden, nur von ihrem rothgefärbten Flächenhäutchen getrennten, auch angeschwollenen Perineuralhäutchen, *P*, welche, zwischen sich ein quergeschnittenes Blutgefäss aufnehmend, sich in das Nervenbündel zwischen seine Fasergruppen hineinbiegen. Diese endoneuralen Fortsetzungen, *En*, zeigen nach der Anschwellung ungefähr dasselbe Aussehen, wie die Perineuralhäutchen selbst. Es biegen sich einige von ihnen nach der Seite, an der Abgangsstelle zwischen sich ein quergeschnittenes Blutgefäss aufnehmend. In den Nervenfasergruppen sieht man die rothgefärbten, geschwollenen Myelinscheiden und Axencylinder der quergeschnittenen, gröberen und feineren Nervenfasern, zunächst von ihrer Schwannschen Scheide umschlossen und nach aussen davon von den stark angeschwollenen Fibrillenscheiden umgeben, welche ihrerseits durch die sie bekleidenden, die Zellenhäutchen anzeigenden, rothen Linien und die denselben angehörigen Kerne getrennt sind. Hie und da sieht man zwei oder mehrere Nervenfasern in einer gemeinsamen Fibrillenscheide liegen. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3.

Fig. 4. Randpartie eines Querschnitts eines Nervenbündels aus einem peripherischen Nerven (Brachialis) des Hundes. Holzessig, Anilin. Die Figur zeigt fünf durch die Behandlung geschwollene Perineuralhäutchen, *P*, von welchen die vier oberen mit ihren angehörigen Kernen näher zusammen liegen, das fünfte isolirt ist, Kerne an beiden Seiten zeigt, und wie die übrigen beiderseits von einer durch das Anilin gefärbten, rothen Linie begrenzt ist, die das bekleidende Zellenhäutchen angiebt. In den Häutchen zwischen diesen rothen Linien erscheint eine schwache Andeutung einer Structur durch die geschwollenen Fibrillen der Häutchen entstanden. An einer Stelle links findet sich an einem Häutchen eine etwas schmälere, eingeschnürte Partie, welche davon herrührt, dass die Fibrillen hier geringer an Zahl waren. Unten an der Figur sieht man quergeschnittene Nervenfasern, deren Myelinscheide von Anilin gefärbt ist, und welche von den geschwollenen Fibrillenscheiden umgeben sind, die ihrerseits von ihrem Zellenhäutchen mit den angehörigen Kernen begrenzt sind. Oberhalb dieser quergeschnittenen Nervenfasern liegt das Fibrillenhäutchen, welches nach dem Perineurium zu das Nervenfaserbündel zunächst umschliesst, und an dessen äusserer Fläche man auch eine rothe Contour eines Zellenhäutchens nebst zwei Kernen sieht. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Querschnitt des Perineurium und Epineurium eines Nervenbündels aus einem peripherischen Nerven des Hundes. Holzessig, Anilin. Die Perineuralhäutchen, *P*, liegen zusammen, von rothen Linien begrenzt. Oberhalb derselben sieht man die stark und ungleich angeschwollenen Epineuralhäutchen, *Ep*, auch durch rothe Linien begrenzt, welche die dieselben bekleidenden Zellenhäutchen anzeigen, und in welchen rothgefärbte Kerne liegen. Hie und da sieht man diese Zellenhäutchen quer durch die Epineuralhäutchen zusammenlaufen, Häutchenbrücken zwischen ihren Flächenhäutchen bildend. In dem angeschwollenen Häutchen sieht man eine Eintheilung in Partien, die Fibrillenpartien anzeigend. Bei *Bl* läuft ein Blutgefäss durch die Epineuralhäutchen hindurch, wie in einem Canale, welcher von ihren Zellenhäutchen gebildet ist. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 100 ff.



Dir. v. A. Key u. G. Retzius.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Tafel XIII.

Längs- und Querschnitte cerebrospinaler Nervenstämme, vorzugsweise, um das Verhalten des Endoneurium zu zeigen.

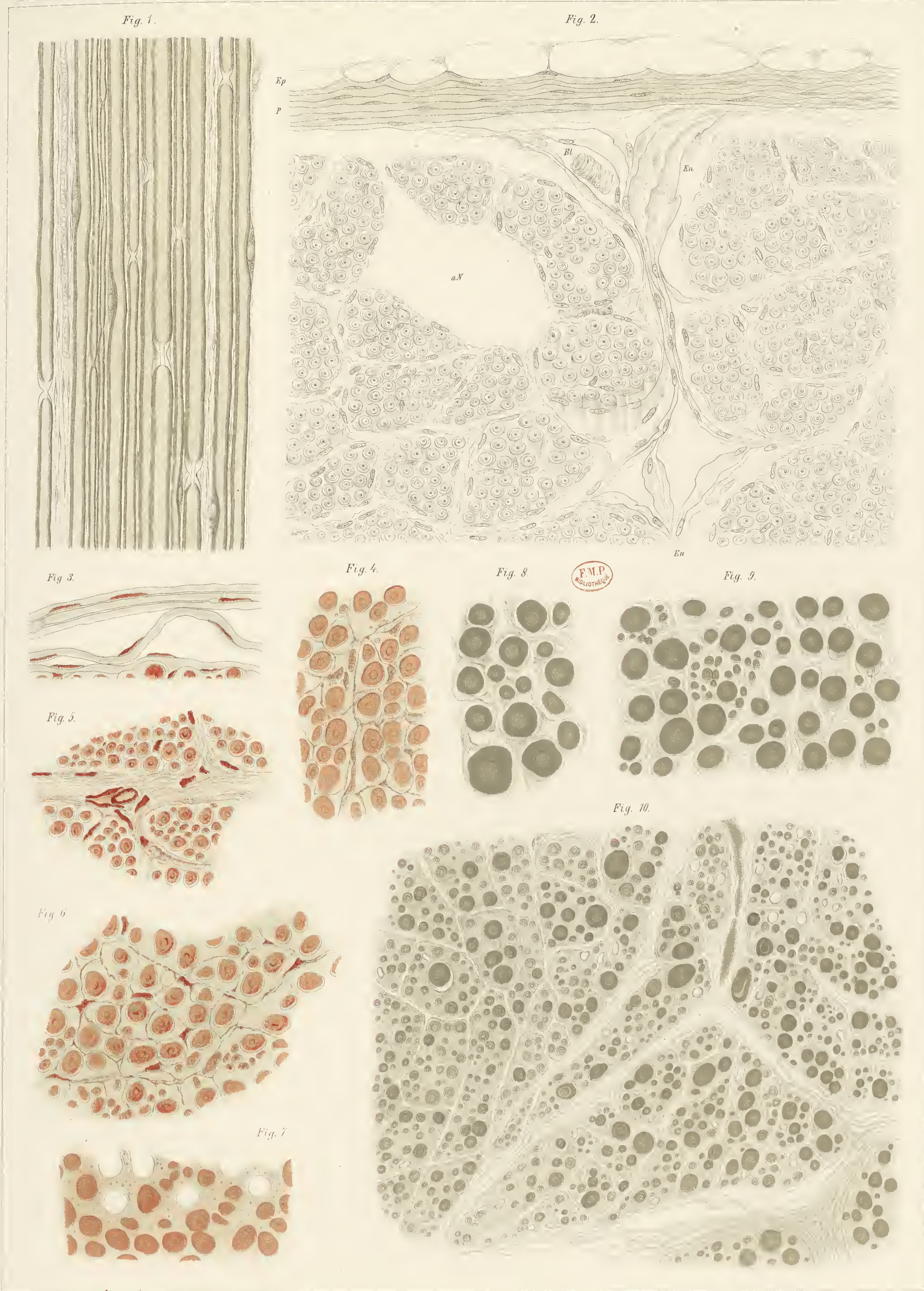
Fig. 1. Längsschnitt durch einen Nervenstamm des Menschen; man sieht die Nervenfasern von verschiedener Dicke einander parallel verlaufen und zwischen ihnen das bei dieser Ansicht gewöhnlich spärlich erscheinende endoneurale Bindegewebe; in der Mitte findet sich ein Bündelchen von Nervenfasern, welches beiderseits von den angrenzenden durch eine etwas breitere endoneurale Scheidewand getrennt ist. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Véricks Obj. 6 nnd Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Querschnitt durch einen mit Essigsäure behandelten Nerven aus dem Brachialplexus des Menschen. Oben sieht man die Randpartie des Nerven mit einer stark angeschwollenen epineuralen Lamelle, *Ep*, deren beide kernführenden Begrenzungshäutchen durch mehrere Querbrücken verbunden erscheinen; unter dieser Lamelle erkennt man eine Reihe von ebenfalls angeschwollenen perineuralen Lamellen, *P*; von diesen letzteren schiesst ins Innere des Nerven eine Anzahl von Lamellen, *En*, welche in einem Dreieck zwischen die Nervenbündelchen hinziehen, indem sie sich anfangs an einander legen und dann hie und da wieder einzelne Blätter zwischen die verschiedenen Bündelchen absenden und diese umfassen, die endoneuralen Lamellen bildend. Bei *Bl* sieht man zwischen den Lamellen ein Blutgefäss. Hie und da verlaufen auch kernführende Lamellen im Inneren der Nervenbündelchen, letztere in kleinere Partien abtheilend. Die Nervenfasern der Nervenbündelchen sind perspectivisch gezeichnet, indem der Schnitt etwas schief gegen die Axe des Nerven geführt worden ist; bei *aN* ist ein Nervenbündelchen ausgefallen. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 3—7. Querschnitte mit Holzessig und Anilin behandelter Nerven des Hundes. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 3. Randpartie eines Bündels mit einigen perineuralen Lamellen, welche theilweise von einander getrennt sind; bei einer derselben erkennt man Kerne an beiden Seiten. — Fig. 4—6 Partien aus dem Inneren der Bündel, an welchen man theils breitere oder schmälere, kernführende und Blutgefässe einschliessende endoneurale Lamellen zwischen den Bündelchen von Nervenfasern sieht, theils auch die angeschwollenen homogen erscheinenden Fibrillenscheiden um jede einzelne oder um einige Nervenfasern wahrnimmt. Die Grenzen der Fibrillenscheiden sind durch feine Linien angegeben, welche den dieselben bekleidenden Häutchenzellen mit deren Kernen entsprechen. — In der Fig. 7 sieht man nicht die Grenzen der einzelnen Fibrillenscheiden, sondern diese erscheinen hier als eine homogene zusammenhängende Masse.

Fig. 8—10. Querschnitte von Nervenbündeln aus dem Brachialplexus des Menschen, welche in Ueberosmiumsäure und dann in Alkohol erhärtet wurden; gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). In den Fig. 8 und 9 sind die breiteren Nervenfasern in überwiegender Zahl vorhanden; in der Fig. 10 sieht man eine grosse Menge schmälerer Nervenfasern. Die Myelinscheiden sind durch die Ueberosmiumsäure schwärzlich gefärbt, die Axencylinder erscheinen als hellere Flecken in ihrem Inneren. Man erkennt an diesen Figuren die Vertheilung der Nervenfasern in den Bündelchen sowie auch die Anordnung des Endoneurium.

Siehe den Text S. 101—105.


Fig. 1.
Fig. 2.
Ep
P
Bl
En
aN
En
Fig 3.
Fig. 4.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 5.
Fig. 10.
Fig 6
Fig. 7

Tafel XIV.

Isolirte Lamellen aus dem Epineurium, Perineurium und Endoneurium der Cerebrospinalnerven des Menschen.

Fig. 1—6. Perineurale Lamellen. — Fig. 1. Lamelle aus dem Perineurium eines Nervenbündels des Brachialplexus; unter dem dünnen Zellenhäutchen, an welchem man theilweise von Protoplasma umgebene Kerne und eine netzförmige Streifung und Punktirung sieht, nimmt man dünne fibrilläre Bälkchen wahr, die sich strahlenförmig verbreiten und einander kreuzen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 2. Eine Lamelle an der Grenze des Epineurium, ebenfalls vom Brachialplexus stammend; unten liegt das Zellenhäutchen mit seinen Kernen auf einer dünnen Fibrillenschicht; oben ist es aber isolirt, hie und da künstlich, meistens durch Ausfallen von Kernen, entstandene Löcher zeigend; Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 3. Perineurale Lamelle mit einem aus ihr entspringenden, von einer Häutchenzellenscheide umgebenen Balken, welcher frei durch den Spaltenraum zur nächsten Lamelle gelaufen ist, um an letzterer sich zu befestigen. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul 3. — Fig. 4. Kleine Partie einer netzförmig gestreiften oder fibrillirten perineuralen Lamelle, an welcher, sowohl an der oberen als an der unteren Fläche, je ein Kern sich findet. Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 5. Perineurale Lamelle; die obere Schicht ist in der Mitte abgetrennt, und man sieht unterhalb derselben fibrilläre Balkenzüge verlaufen; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 6. Perineurale Lamelle eines dreimonatlichen Embryo, um die Kerne erkennt man eine dünne Protoplasmazone, welche nach verschiedenen Richtungen hin Ausläufer sendet; Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Vérick s Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7—10. Epineurale Lamellen. — Fig. 7. Lamelle aus dem Epineurium eines Nervenbündels des Brachialplexus; an der oberen Fläche des fibrillären Stratum sieht man eine Anzahl von Kernen, die mit einer Protoplasmazone umgeben sind, und zwischen denselben findet sich ein dünner körniger Anflug, welcher zusammen mit den Kernen und ihrem Protoplasma einer Häutchenzellenschicht entspricht, an welcher ferner einige elastische Fasern (*c*) verlaufen; an der unteren Fläche des fibrillären Stratum erkennt man auch einige Kerne; links sind diese Theile in unbeschädigtem Zustand, rechts bei *b* sind die Fibrillenbündel etwas von einander getrennt, und das bekleidende Zellenhäutchen (*a*) zum Theil abgelöst und weggefallen; Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Anilin; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 8. Eine epineurale Lamelle, bei welcher die Anordnung der Fibrillenschicht sowie einige der vom Protoplasma umgebenen Kerne, aber nicht der körnige Anflug des Zellenhäutchens, zu sehen sind; Behandlung mit Müllerscher Lösung; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 9. Eine epineurale Lamelle an der Grenze des Perineurium; Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Anilin; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 10. Kleineres Stück einer zerzupften epineuralen Lamelle, an welcher Partien der bekleidenden Häutchenzellen anhaften; Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Anilin; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11. Endoneurale Lamelle, welche eine dickere Scheidewand in einem Nervenbündel bildete; rechts verläuft in derselben ein Blutgefäss. Zahlreiche, meist der Länge des Nervenbündels nach sich ziehende Balken finden sich in ihr und Häutchenzellen bekleiden die Oberfläche. Wahrscheinlich liegt hier nicht eine einfache, sondern eine mehrfache Lamelle vor; aus dem Ischiadicus. Behandlung mit Müllerscher Lösung, Alkohol und Anilin. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 100 ff.

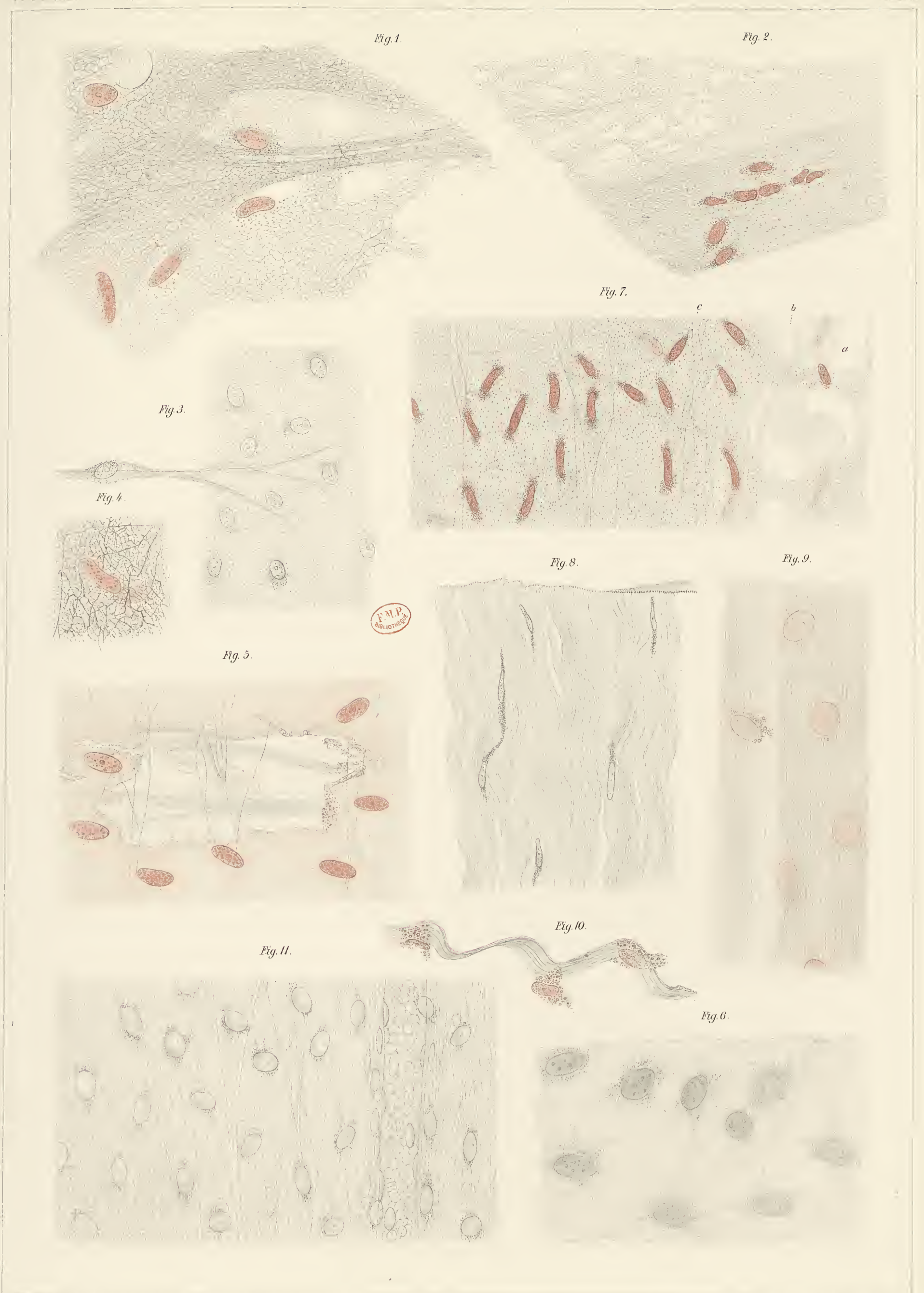


Fig. 1–5, 7–11 gez. v. Th. Lunnberg. Fig. 6 gez. v. U. G. Björkman. Dir. v. A. Key & G. Retzius

Tafel XV.

Perineurium peripherischer Nerven und Ganglien (von verschiedenen Thieren), bei welchem die Grenzen der Häutchenzellen durch Versilberung hervorgerufen sind. Fig. 1—7, 9—11 sind bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus), Fig. 8 bei dessen Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog Tubus) gezeichnet.

Fig. 1. Ein Nervenbündel aus der Cauda equina des Menschen, mit mehrschichtiger Zellenzeichnung.

Fig. 2. Zwei Nervenbündel aus der Nasenschleimhaut des Hundes.

Fig. 3. Partie eines Nervenbündels der Nasenschleimhaut des Hundes mit von einander getrennten Zellenfeldern.

Fig. 4 und 5. Verzweigte Nervenbündel aus der Dura mater des Hundes.

Fig. 6. Ein Ciliarnerv des Schafes, innerhalb der Sclera verlaufend.

Fig. 7. Ein Bündel aus dem Brachialplexus des Kaninchens mit mehrschichtiger Zeichnung.

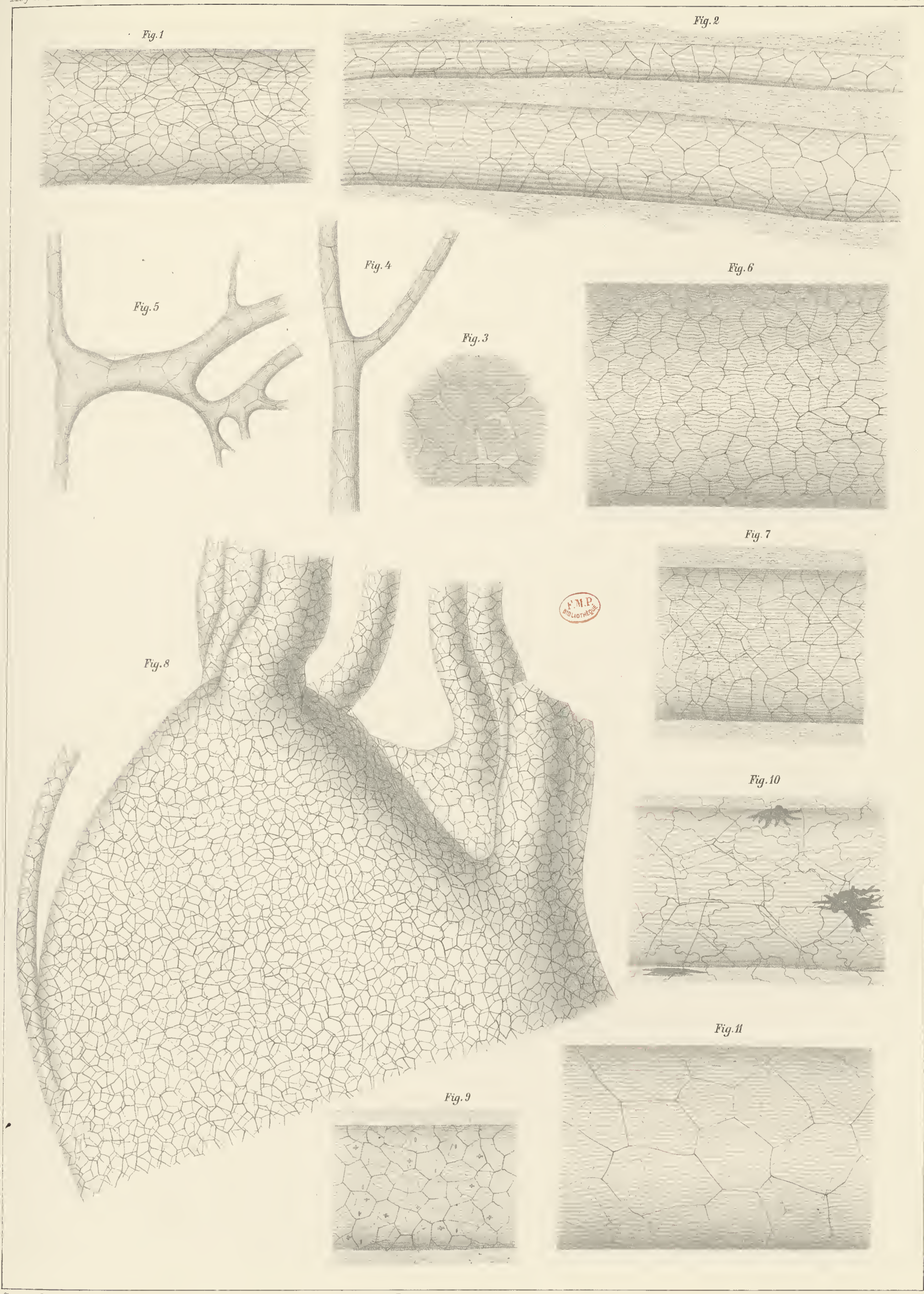
Fig. 8. Partie eines sympathischen Halsganglion mit mehreren davon abgehenden Nervenzweigen.

Fig. 9. Ein Bündel aus dem Brachialplexus des Sperlings; an den Nervenfasern sind einige der versilberten Einschnürungsstellen gezeichnet.

Fig. 10. Lumbalnerv des Frosches; die innere Zeichnung mit mehr gerade verlaufenden Linien gehört dem Perineurium, die äussere zackige hingegen einer äusseren Scheide mit serösem (peritonealem) Endothel; einige schwarze Pigmentzellen sind unterhalb letzterer wahrnehmbar.

Fig. 11. Ein Trigeminuszweig des Barsches.

Siehe den Text S. 104, 107—108, 147.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11

Tafel XVI.

Peripherische Zweige cerebrospinaler Nerven.

Fig. 1. Nervenzweig aus einer Fingerspitze des Menschen. Am optischen Durchschnitt des Perineurium sieht man rundliche oder ovale Querschnitte von Balken, welche quer durch dasselbe ziehen; in dieser geräumigen Perineuralscheide verlaufen, zu drei Gruppen angeordnet, zehn markhaltige Nervenfasern, welche von je einer schön ausgebildeten Fibrillenscheide umgeben sind. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Menschlicher Fingernervenzweig, der zu einem Pacinischen Körperchen führte. Innerhalb der nur einfach erscheinenden Perineuralscheide verlaufen zwei Markfasern, von einer gemeinsamen Fibrillenscheide umgeben. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Sich theilender Fingernervenzweig (des Menschen), in dem Fettkugeln enthaltenden Bindegewebe eingebettet. Innerhalb der sich theilenden Perineuralscheide verlaufen von Fibrillenscheiden umgebene Markfasern und gehen nach verschiedenen Richtungen an der Theilungsstelle von einem Ast in die anderen über. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Nervenzweig aus einem menschlichen Finger. Von den Lamellen der Perineuralscheide liegt die innerste ziemlich dicht um die Fibrillenscheide der einfach vorhandenen Markfaser; zwischen dieser Lamelle und den äusseren findet sich ein weiter Raum. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Ein von einem Stämmchen sich abzweigender Nervenast aus einem Finger des Menschen. Der nur eine einfache Markfaser enthaltende Ast ist von einer Fibrillenscheide und einer geräumigen Perinenralscheide umgeben, welche letztere mit der Scheide des Stämmchens direct zusammenhängt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Ein Nervenast aus einem Finger des Menschen mit geräumiger Perineuralscheide um die einfach vorhandene Markfaser. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Sich theilender Nervenzweig aus der Conjunctiva des Kalbes, mit geräumiger Perineuralscheide und in dieser verlaufenden Markfasern. Behandlung mit Goldchlorid. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Nervenzweig aus der Kalbsconjunctiva, eine breitere und zwei schmälere (variköse) Markfasern in seiner Perineuralscheide enthaltend. Behandlung mit Goldchlorid. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Ein Hautnervenzweig eines Vogels (Cypselus apus), in dessen dünner, einfach erscheinender Perineuralscheide vier Markfasern verlaufen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Ein einzeln verlaufender, schmaler Nervenzweig aus dem Brachialplexus des Menschen; um die einfach vorhandene Markfaser findet sich eine sehr stark entwickelte Fibrillenscheide und zwischen letzterer und der Perineuralscheide noch eine Schicht von Querfasern, welche im optischen Durchschnitt als Punkte erscheinen. Behandlung mit Müllerscher Lösung. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11—14. Theilungen markhaltiger Nervenfasern des Frosches. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Bei Fig. 11 wiederholte Theilung in resp. zwei und drei Zweige. — Fig. 12 und 13. Theilung in zwei, Fig 14 in drei Zweige. Das Verhalten der Perineuralscheide, der Schwannschen und Mylinscheide ist aus diesen Figuren zu sehen; ebenso das Verhalten der Kerne der Schwannschen Scheide.

Fig. 15. Dichotomisch getheilte, vom Perineurium umgebene Markfaser des Buchfinken in der Nähe eines Pacinischen Körperchens (an den Unterschenkelknochen), in welches der eine Zweig eintrat. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 16. Dichotomisch getheilte Markfaser aus der Conjunctiva des Menschen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 109, 219—220 (s. auch die Tafel XXXIV).



Fig 1-3,15 gez. v. N O Bjorkman Fig 4-14,16 gez v. Th. Lundberg Dir v A.Key & G Retzius Grav v. Jenny-Hansen Kopenhagen.

Tafel XVII.

Die Saftbahnen der cerebrospinalen Nerven. Bei allen, die der Fig. 8 ausgenommen, ist Injection mit Richardsonschem Blau gemacht.

Fig. 1. Vom Subduralraum des Rückenmarks aus injicirte Lumbo-Sacralplexus, von der Bauchhöhle gesehen. Beim Hunde. Natürliche Grösse.

Fig. 2. Querschnitt des Ischiadicus des Menschen. Loupenvergrösserung (ungef. 4 mal). Stichinjection in den Nerven. Der Schnitt ist eine weite Strecke von der Injectionsstelle aus gemacht. Man sieht die zahlreichen Nervenbündel, welche mehr oder weniger durch das fettreiche Epineurium von einander getrennt sind, von theils vollständigen, theils weniger vollständigen, blauen Ringen umgeben, die aus dem injicirten Perineurium bestehen. In den Nervenbündeln sieht man die gröbere Gruppirung der Nervenfasern. An einer Stelle ist die Injectionsflüssigkeit zwischen einige dieser Fasergruppen eingedrungen.

Fig. 3. Querschnitt eines kleineren Hundsnerven, dessen Perineuralräume von dem Subduralraum des Rückenmarks aus injicirt sind. Loupenvergrösserung.

Fig. 4. Querschnitt des Vagus vom Menschen mit Injection der Perineuralräume (Stichinjection). Die Nervenbündel sind mit einander durch das Epineurium verbunden. Loupenvergrösserung.

Fig. 5. Querschnitt eines Nervenbündels aus dem Lumbalplexus des Menschen. Die Injection dieses Bündels geschah durch Rückwärtslaufen der Masse aus einem anderen anastomosirenden Bündel, bei dem Stichinjection gemacht wurde. Besonders die inneren Spaltenräume des Perineurium und die mit diesen zusammenhängenden grösseren endoneuralen Spaltenräume sind gefüllt; von ihnen ist an verschiedenen Stellen die Masse zwischen den Nervenfasern eingedrungen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie von einem Querschnitte des Ischiadicus des Menschen, bei dem durch Stichinjection besonders die epineuralen Spalten gefüllt sind. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Véricks Obj. 1 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

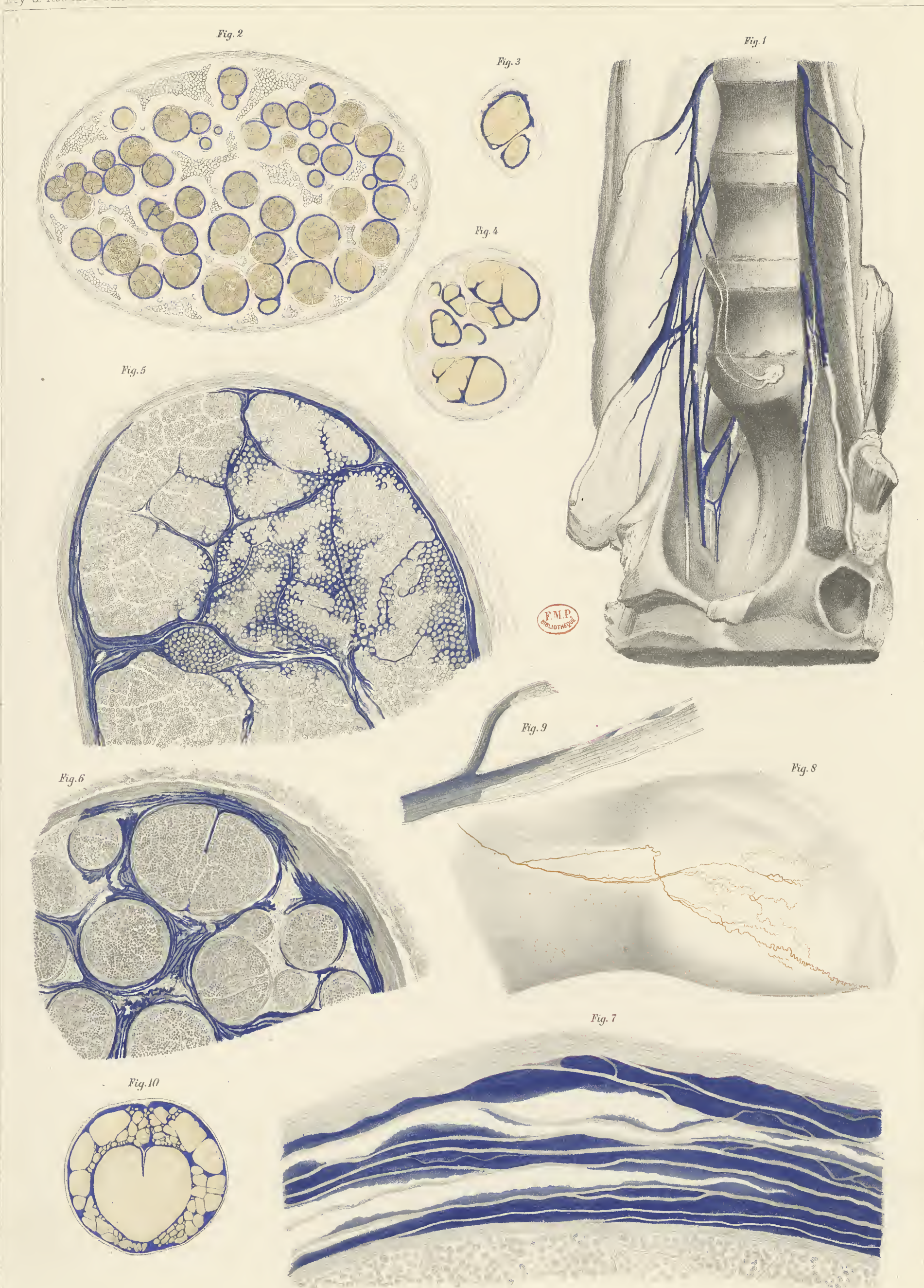
Fig. 7. Partie vom Querschnitt eines Nervenbündels des Menschen, die zwischen den Perineurallamellen befindlichen, mit Injectionsmasse mehr oder weniger reichlich gefüllten Spaltenräume darstellend. Unten sieht man die oberflächlicheren Nervenfaserlagen; zwischen denselben und den injicirten Perineuralräumen findet sich eine Zone von dicht an einander liegenden, nicht injicirten Perineurallamellen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Ein feiner in der Oberschenkelhaut des Kaninchens sich ausbreitender Nervenplexus, bei dem die Injection mit Asphalt-Chloroform von einem grösseren Nervenstamme aus geschah. Loupenvergrösserung (ungefähr 3 Mal).

Fig. 9. Ein verzweigter feiner Muskelnerv, dessen Perineuralräume durch Stichinjection von dem Nervenstamme aus injicirt sind. Vom Kaninchen. Rechts sieht man die Injectionsmasse in kleineren Partien zwischen den Perineurallamellen liegen. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Querschnitt des Rückenmarks des Hundes, etwas oberhalb der Cauda equina. Subarachnoidalinjection. Schwache Loupenvergrösserung. Die Nervenbündel ziemlich regelmässig rings um das Rückenmark angeordnet. Die Injectionsmasse befindet sich überall zwischen denselben und auch in der Piaverlängerung der Fissura anterior. Behandlung mit Müllerscher Lösung und Alkohol.

Für die Fig. 1—9 siehe den Text S. 109—112.

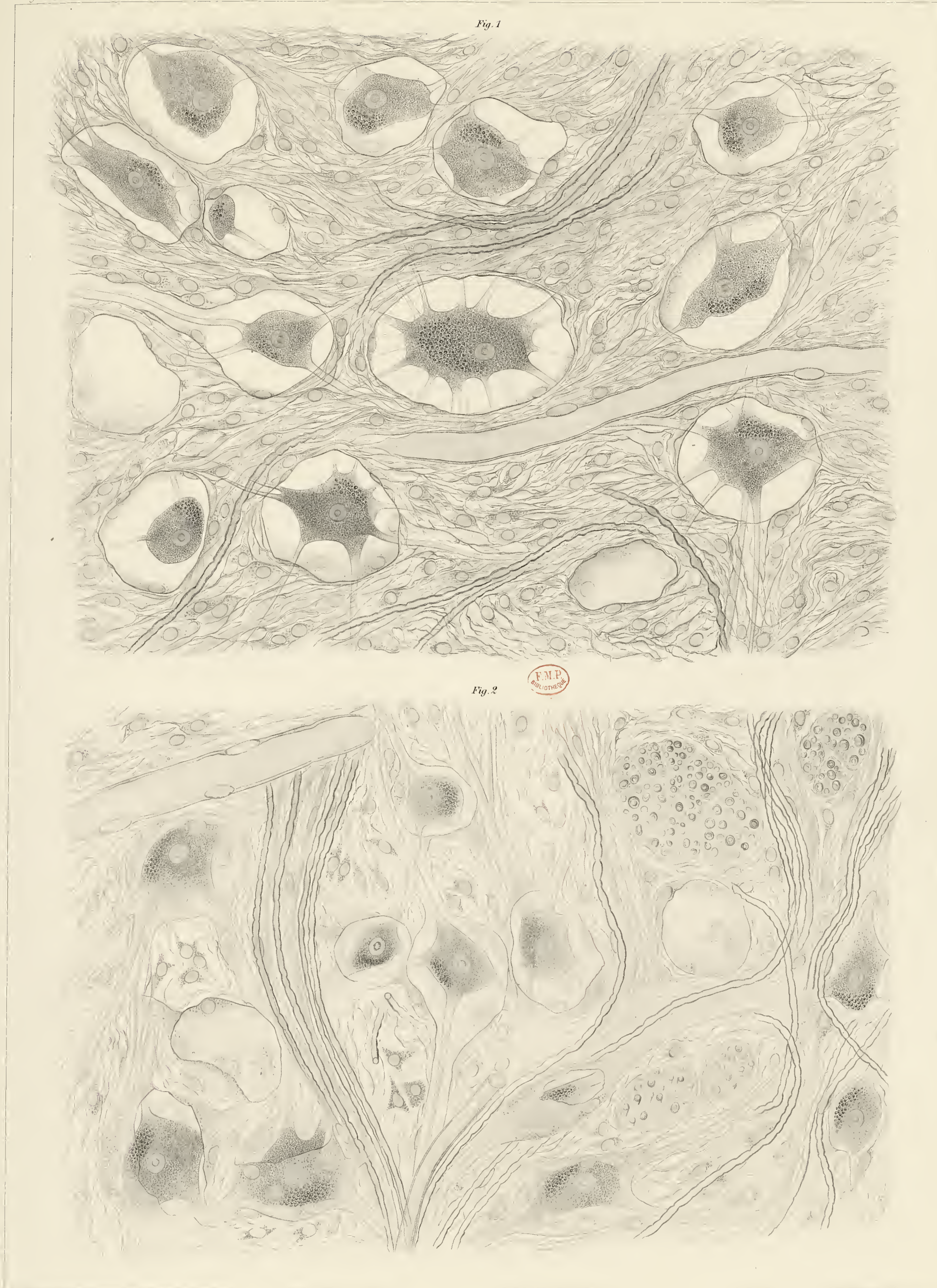

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10

Tafel XVIII.

Aus den sympathischen Ganglien des Menschen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Alkohol. Gezeichnet bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

In beiden Fig. (1 und 2) erkennt man die in ihren Kapseln liegenden und von ihnen zurückgezogenen Ganglienzellen mit einer verschiedenen Anzahl von Ausläufern versehen, welche aus den Zellenkapseln austreten, um von ihren, mit jenen Kapseln zusammenhängenden Scheiden umgeben (siehe besonders Fig. 2) nach verschiedenen Richtungen zu ziehen. Die meisten Kapseln sind durch den Schnitt geöffnet; aus einigen sind die Ganglienzellen herausgefallen. Das Zwischengewebe erscheint als ein aus dünnen Häutchen bestehendes Gewebe, an dessen Lamellen von Protoplasma umgebene Kerne liegen; in den kleinen Spalten zwischen den Häutchen findet man auch eine Anzahl mehr protoplasmatischer, mit mehr oder weniger von Ausläufern versehener Zellen. Ferner laufen in diesem Gewebe einige Blutgefässe, *Bl*, und endlich theils einzelne, theils zu Bündeln vereinigte, markhaltige sowohl als auch markfreie Nervenfasern; in der Fig. 2 sieht man rechts einige Querschnitte solcher Nervenfaserbündel.

Siehe den Text S. 134—139 und S. 145—147.



Dir v A. Key & G Retzius

Lith. Central-Tryckeriet Stockholm.

Tafel XIX.

Sympathische Ganglienzellen bei verschiedenen Wirbelthieren.

Fig. 1—12. Isolirte Ganglienzellen und Kapseln aus den sympathischen Grenzganglien des Menschen. — Fig. 1 und 2. Durch Stichinjection mit Ueberosmiumsäure isolirte, in ihren Kapseln eingeschlossene Ganglienzellen sammt mehreren Ausläufern, die noch theilweise mit Scheiden versehen sind; gezeichnet bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 3, 4 und 6. Aus in Ueberosmiumsäure erhärteten Präparaten isolirt; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus). — Fig. 5. Durch Stichinjection von Chloroform isolirt; die Ganglienzelle erfüllt hier beinahe die Kapsel; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 7 und 8. Ohne Kapseln aus Ueberosmiumsäurepräparaten isolirt; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 9 und 10. Isolirte Kapseln, aus welchen die Ganglienzellen ausgefallen sind, an der Fig. 10 sind zwei Ausläuferscheiden in Zusammenhang mit der Kapsel isolirt. Stichinjection von Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 11 und 12. Ganglienzellen, bei welchen künstlich entstandene körnige Ausläufer von der Zellensubstanz zur Innenwand der Kapsel überspringen; sehr schwache Behandlung mit Ueberosmiumsäure, dann mit Alkohol; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13—17. Isolirte Ganglienzellen und Kapseln aus den sympathischen Grenzganglien der Katze. — Die in Fig. 13—15 dargestellten waren in frischem Zustande isolirt und sind bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 14. Eine sanduhrförmig ausgezogene Ganglienzelle mit eigenthümlich geformtem Kern. — Fig. 15. Isolirte Kapsel, aus welcher die Ganglienzelle ausgefallen ist; die Kapsel erscheint hier aus zahlreichen polygonalen Zellen zusammengesetzt. — Fig. 16. Nach Behandlung mit Goldchlorid isolirt; gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 17. Zwei zusammen liegende Ganglienzellen, von welchen die eine eingeschnürt und mit eigenthümlich geformtem Kern erscheint; Behandlung mit Müllerscher Lösung und saurem Carmin; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 18—20. Einige Ganglienzellen aus den sympathischen Grenzganglien des Kaninchens. — Fig. 18. Zelle mit zwei Kernen, deren jeder mit zwei Kernkörperchen versehen ist; Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 19. Schmale zweikernige isolirte Ganglienzelle. — Fig. 20. Reihe von quaderförmig angeordneten Ganglienzellen (ebenfalls wie gewöhnlich mit zwei Kernen). Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 21—24. Isolirte Ganglienzellen aus den Grenzganglien des Hechtes. — Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 21 gez. bei Hartnacks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 22. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 23. Ganglienzelle ohne Kapsel gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 24. Ueber dem einen Ausläufer der in ihrer Kapsel eingeschlossenen Ganglienzelle verläuft eine Nervenfaser, welche nur scheinbar mit der Ganglienzelle zusammenhängt. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 25. Markhaltige, in einer bindegewebigen Scheide eingeschlossene Nervenfaser aus einem sympathischen Ganglion des Menschen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 134—140, 144.

Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4 Fig. 25

Fig. 5 Fig. 11

Fig. 7 Fig. 8 Fig. 12 Fig. 9 Fig. 10

Fig. 6 Fig. 17 Fig. 18 Fig. 20

Fig. 13 Fig. 14 Fig. 16 Fig. 15 Fig. 19

Fig. 21 Fig. 22 Fig. 23 Fig. 24

Gez. v. H. B. Björkman Dir. v. A. Key & G. Retzius Central Tryckeriet Stockholm.

Tafel XX.

Sympathische Ganglienzellen vom Frosch (und der Kröte).

Fig. 1—17 vom Frosch.

Fig. 1. Kleine Gruppe von Ganglienzellen neben einem sympathischen Nervenfaserzweig *Nf*, in dem epineuralen Bindegewebe liegend; *Bl* ein Blutgefäss. *K* ein der eigenthümlichen Kernnester, welche hie und da neben den Ganglienzellen vorkommen (s. Fig. 17). Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gezeichnet bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig 2 und. 3. Isolirte Froschganglienzellen mit dem geraden blassen und dem spiraligen, in eine Markfaser übergehenden Ausläufern theilweise von ihrer aus der Kapsel stammenden, mehrere Kerne enthaltenden Scheide umgeben. Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Isolirte Froschganglienzelle, frisch in Bealeschen Carmin eingelegt; innerhalb der gemeinsamen Ausläuferscheide sieht man die gerade und die spiralige Faser durchschimmern sowie die eingeschlossenen Kerne stark hervortreten; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tnbus).

Fig. 5. Isolirte Ganglienzelle, bei welcher innerhalb der Kapsel die kernführende protoplasmatische Partie eine Strecke weit hinaufsteigt; die beiden Ausläufer gehen hier neben einander, ohne Spiraltouren, durch diese Partie zur Ganglienzellensubstanz. Behandlung mit Ueberosmiumsäure; gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Isolirte, sehr kleine Froschganglienzelle, bei welcher keine Spiralfaser wahrnehmbar war; Behandlung mit Bealschem Carmin. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7 und 8. Isolirte Froschganglienzellen mit der geraden und der Spiralfaser innerhalb der kernführenden Kapselscheide. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Anilin. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Frisch in sauren Carmin eingelegte Ganglienzelle mit ihren beiden Ausläufern. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10—13. Frisch in dünne Essigsäurelösung eingelegte Froschganglienzellen, bei welchen man mehr oder weniger deutlich den verwickelten Verlauf der Spiralfaser um die gerade Faser verfolgen kann; bei 10 sieht man den Eintritt der geraden in die Ganglienzellensubstanz; bei 11 und 12 findet sich ausserhalb der Kapselscheide noch eine andere dünne kernführende Scheide; an Fig. 13 theilt sich die Ausläuferscheide bei der Trennung der beiden Ausläufer in zwei Scheiden; bei der Fig. 12 und 13 bildet die Ganglienzellensubstanz unten einen ziemlich scharfen, ausschiessenden Rand. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 14. Isolirte, mit Bealeschem Carmin und Ueberosmiumsäure behandelte Froschganglienzelle, bei welcher die innerhalb der Kapsel liegenden Kerne eigenthümliche Formen zeigen. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 15. Isolirte Froschganglienzelle, bei welcher ein protoplasmatisches Band neben der Zellensubstanz bis zur Kernstelle hinanfsteigt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und dann mit stark verdünnter Essigsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 16. Isolirte Froschganglienzelle, neben deren Substanz ein eigenthümliches Band verläuft, welches möglicherweise der Spiralfaser entspricht. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 17. Partie eines der eigenthümlichen Kernnester des Froschsympathicus, mit Bealeschem Carmin behandelt; man sieht an dem kernreichen, innerhalb einer gemeinsamen Kapsel liegenden Protoplasma eine schwache Eintheilung in Gruppen. Gez. bei Vérickѕ Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 18. Isolirte sympathische Ganglienzelle der Kröte; hier ist die Kapsel zersprengt und die Ganglienzellensubstanz wie eine Kugel aus der unten liegenden Schale abgelöst, welche aus der kernführenden körnigen Masse besteht; um die gerade blasse Faser windet sich die markhaltige spiralige, welche ihre Myelinscheide noch beim Eintritt in die körnige Masse behält. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 140—143.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 18
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17

Tafel XXI.

Nervenfasern aus dem Sympathicus des Menschen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 1—7. Markhaltige Nervenfasern (aus dem Sympathicusstamme) von verschiedener Breite, mit Einschnürungen und Kernen an der Schwannschen Scheide. — Fig. 4 und 5. Variköse Fasern; Fig. 4 eine geräumige Varikosität, durch welche der Axencylinder frei zieht. — Fig. 6 und 7 aus dem Plexus caroticus. Gezeichnet bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8—13. Isolirte marklose Nervenfasern, theils abgeplattet, theils cylindrisch erscheinend; bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 8. Aus dem Nierennerven. — Fig. 9. Aus dem Plexus caroticus, zeigt an den Bruchenden eine Andeutung zu Zerspaltung in Fibrillen. — Fig. 10. Aus dem Brustsympathicus. — Fig. 11. Aus dem Plexus caroticus. — Fig. 12. Aus dem Milznerven. — Fig. 13. Aus dem Brustsympathicus. Bei allen sieht man an den Enden der Kerne die glänzenden Körnchen.

Fig. 14 und 15. Gruppen von marklosen Nervenfasern (sog. Remaksche Bänder) aus dem Plexus renalis. An den Enden sieht man zum Theil die Zusammensetzung aus feinen Fasern. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 16 und 17. Gruppen von marklosen Nervenfasern mit eingestreuten einzelnen markhaltigen; Fig. 16 aus dem Plexus renalis und bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 1 (ausgezog. Tubus), Fig. 17 aus dem Plexus caroticus und bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 18. Gruppe von markhaltigen Nervenfasern, durch welche ein Bündel von marklosen zieht. Aus dem Brustsympathicus. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 19. Gruppe von markhaltigen (zum Theil varikösen) Nervenfasen aus dem Brustsympathicus. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 20. Partie vom Querschnitt des Brustsympathicus; die Vertheilung der markhaltigen Nervenfasern, und die Differenzirung der Bündel in Bündelchen ist hier zu sehen; ein Blutgefäss verläuft zwischen den Bündeln. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 21. Perineurium eines sympathischen Halszweiges, von letzterem als Hohlcylinder abgestreift und in abgeplatteter Lage gezeichnet; an den Seiten sieht man den optischen Durchschnitt; oben findet sich eine Falte. Gez. bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 22. Perineurallamellen von einem sympathischen Halsganglion, mit reichlichen Balken versehen. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 159—161 und 163—164.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 4'
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.

Tafel XXII.

Nervenfasern aus dem Sympathicus anderer Wirbelthiere und aus dem Olfactorius. Meistens nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure.

Fig. 1—8. Nervenfasern aus dem Sympathicus des Hundes; mit Ueberosmiumsäure (und Carmin) behandelt. Fig. 1—6 bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 1—7. Marklose Fasern. — Fig. 1 und 2. Zu Bändern oder Bündelchen vereinigte, theilweise auch isolirte Fasern aus dem Plexus caroticus. — Fig. 3 und 4. Aus dem Plexus cœliacus. — Fig. 5. Von einer Perineuralscheide umgebene Bündel aus dem Plexus caroticus. — Fig. 6. Ein sich theilendes Bündelchen. — Fig. 7. Marklose und Fig. 8 markhaltige Nervenfaser aus dem Plexus renalis, bei HARTNACKS Obj. 8 und Ocul. 3 gezeichnet (Fig. 6—8 frisch in Humor aqueus untersucht).

Fig. 9—13. Nervenfasern aus dem Sympathicus des Kaninchens, mit Ueberosmiumsäure (und Carmin) behandelt, bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 9. Gruppe von markhaltigen und marklosen Nervenfasern. — Fig. 10 und 11. Markhaltige Fasern mit Kernen und Einschnürungen aus dem Stamme. — Fig. 12 und 13. Marklose Fasern mit Kernen aus dem Stamme.

Fig. 14—21. Aus dem Sympathicus des Frosches. Mit Ueberosmiumsäure (und Carmin) behandelt. — Fig. 14 und 15 Markhaltige Nervenfasern mit Kernen und Einschnürungen; bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 16 und 17. Isolirte marklose Nervenfasern mit ihren Kernen, bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 18. Markhaltige Nervenfaser ihre Myelinscheide abgebend; gez. bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 19. Gruppe von markhaltigen und marklosen Nervenfasern; gez. bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 20. Sympathicuszweig von mehrschichtigem Perineurium umgeben; gez. bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 21. Sympathicuszweig mit einer Reihe anliegender Ganglienzellen; nach aussen vom Perineurium finden sich schwarze Pigmentzellen und ein mehrschichtiges Epineurium. Gez. bei VérICKS Obj. 2 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 22. Vier markhaltige Nervenfasern aus dem Sympathicus des Hechtes, mit Einschnürungen und Kernen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 23 und 24. Olfactoriusfasern des Menschen, theils in Bündelchen angeordnet, theils isolirt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure (und Carmin). Gez. bei VérICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Betreffs der Fig. 1—22 siehe den Text S. 161—162, 164.
Betreffs der Fig. 23 und 24 siehe den Text S. 164.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 7. Fig. 4. Fig. 10. Fig. 12. Fig. 14. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 15. Fig. 19. Fig. 22.

Fig. 6.

Fig. 3.

Fig. 18.

Fig. 20.

Fig. 11.

Fig. 21.

Fig. 23.

Fig. 8.

Fig. 13.

Fig. 24.

Fig. 9.

Fig. 5.

Tafel XXIII.

Pacinische Körperchen des Menschen.

Fig. 1. Ein ganzes Pacinisches Körperchen aus einer Fingerspitze. Optischer Längsdurchschnitt. Diese Figur giebt ungefähr die typischen Verhältnisse der Pacinischen Körperchen beim Menschen wieder. In dem gekrümmten Stiel verläuft die von einer hellen Fibrillenscheide und zahlreichen Perineuralrohren umgebene Markfaser bis zum Innenkolben und dann als blasse Terminalfaser bis zum Gipfel hin, hie und da Aeste zu dunkler erscheinenden Endknospen abgebend. Die Zone der inneren Kapseln ist hier dunkel gezeichnet; die äusseren sind ebenfalls etwas dunkel markirt; am Gipfel läuft der Innenkolben als ein interlamelläres Ligament hinaus. Kurze Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Querschnitt ungefähr in der Mitte eines mit Holzessig behandelten Pacinischen Körperchens aus einem Finger, um die schöne Anordnung der Kapseln zu zeigen. Im Centrum sieht man den die Terminalfaser enthaltenden Innenkolben. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. In drei Aeste getheilter Nervenzweig aus einem Finger; der rechte Ast führt zu einem Pacinischen Körperchen; durch Versilberung sind Zellengrenzen sowohl am Nerven als am Körperchen angegeben, wodurch der continuirliche Uebergang beider Zellenzeichnungen in einander hervortritt. Gez. bei Hartnacks Obj. 4 (halb abgeschraubt) und Ocul 3.

Fig. 4. Gipfel eines Pacinischen Körperchens aus einer Fingerspitze, bei dem durch Versilberung eine mehrfache Zellenzeichnung angegeben ist; mehrere der äusseren Kapseln sind entfernt. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Versilberte Kapsel eines Pacinischen Körperchens mit doppelter Zellenzeichnung und dazwischen befindlicher Fibrillenlage. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Querschnitt eines Pacinischen Körperchens, bei dem die Kapseln durch die Präparation etwas gerunzelt und in Unordnung gebracht wurden. Links zwei Blutgefässe im Querschnitt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 184—200.

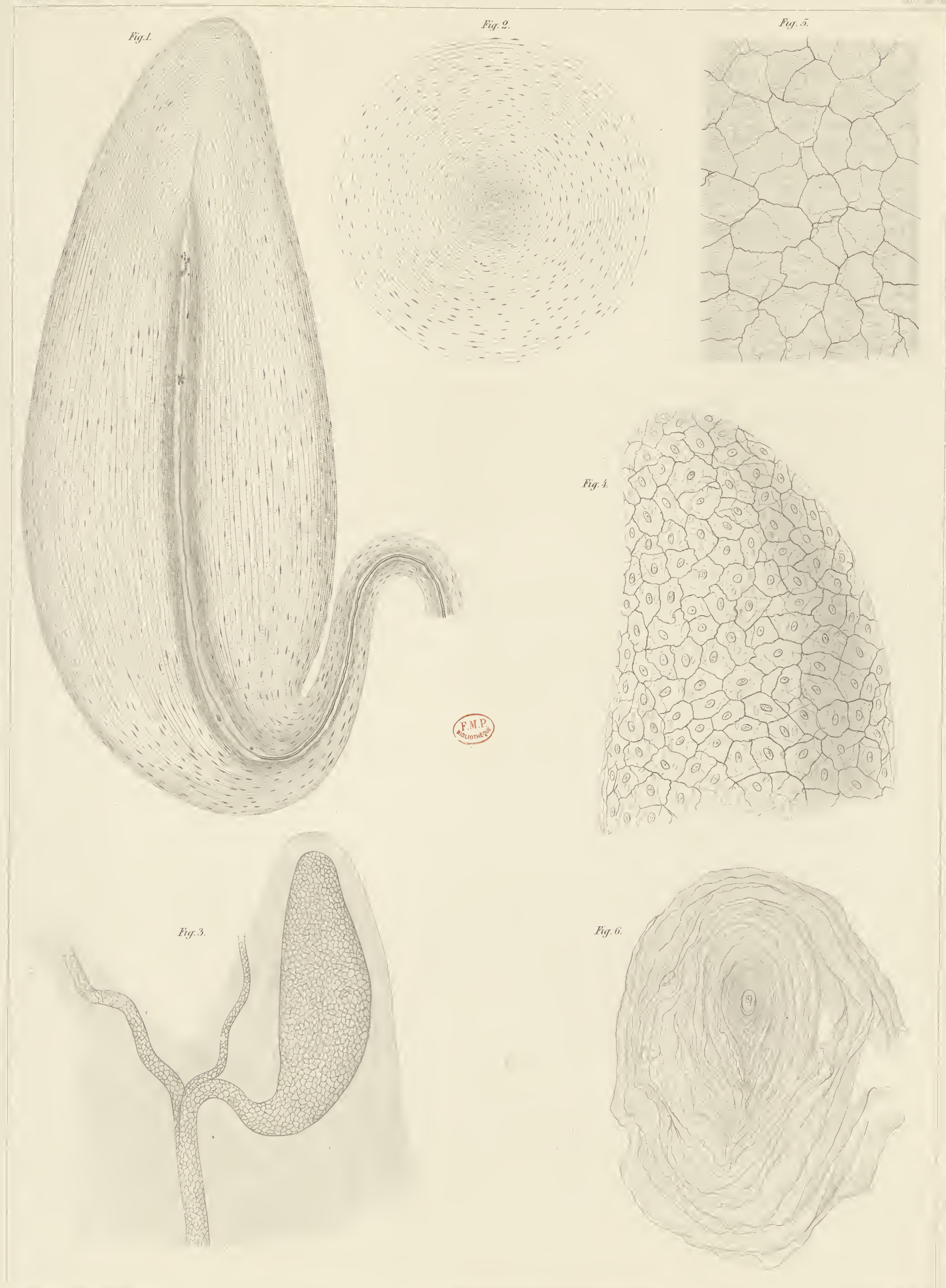


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 6.

Tafel XXIV.

Pacinische Körperchen des Menschen.

Fig. 1. Partie vom Stielende eines Pacinischen Körperchens im optischen Längsdurchschnitt. *Nf*, die markhaltige Nervenfaser, höher oben in die blasse Terminalfaser, *Tf*, übergehend. Um jene sieht man die starke Fibrillenscheide, *Fs*, welche höher oben in den Innenkolben, *I*, übergeht. Nach aussen davon erkennt man die dicht liegenden inneren Kapseln und nach aussen von letzteren eine Anzahl von den mittleren breiten Kapseln mit ihren kernführenden, an vielen Stellen getrennten Begrenzungshäutchen und den optischen Querschnitten der Fasern der Kapselräume; ein Paar Verbindungsbrücken, *Vb*, sind ferner in diesen Räumen wahrnehmbar. Ebenfalls sind einige Querschnitte von Blutgefässen, *B*, angegeben. Ungefähr mitten in der Figur ist eine grössere Spalte, in welcher eine Blutgefässschlinge lag, als leer dargestellt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie vom Stielende eines Körperchens im optischen Längsdurchschnitt. *Nf*, Markfaser von der Fibrillenscheide, *Fs*, umgeben. Links sieht man, wie am Stiel die Kapseln zu dünnen Lamellen werden, indem ihre Begrenzungshäutchen sich einfach an einander legen oder sich darin wieder mehrmals trennen, so dass ein rosenkranzähnliches Aussehen entsteht. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Stielende eines Pacinischen Körperchens im optischen Längsdurchschnitt. *Nf*, die Markfaser; an einer Stelle derselben sind einige Myelintropfen abgetrennt, wodurch die Schwannsche Scheide schön hervortritt. *Fs*. Fibrillenscheide. Die Kapseln sind theilweise abgestreift; einige hangen unten zurückgezogen am Stiel. Der Uebergang der Kapseln in perineurale Lamellen scheint hier mehr allmählig stattzufinden. Durch Spaltenräume, *Sp*, sind die Kapseln theilweise von einander getrennt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 184—200.


Fig. 1
Tf
J
B
B
B
Tb
Nf
Fs
Fig. 2.
Nf
Fs
Fig. 3
sp
sp
sp
Nf
Fs

Tafel XXV.

Pacinische Körperchen des Menschen.

Fig. 1. Gipfelende eines Pacinischen Körperchens im optischen Längsdurchschnitt. Die äusseren und viele der mittleren Kapseln sind abgestreift. Vom oberen Ende senkt sich eine Blutgefässschlinge, *Bl*, eine Strecke weit hinab und an ihr befestigt sich das intercapsuläre Ligament, *Li*, sowie die von einander durch Spaltenräume, *Sp*, getrennten Kapseln; eine Kapsel ist zerrissen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Gipfelende eines Pacinischen Körperchens im optischen Längsdurchschnitt, um das intercapsuläre Ligament, *Li*, und das Verhalten der Kapseln zu demselben zu zeigen. Die Kapseln sind durch Spaltenräume von einander getrennt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie der mittleren Kapseln im optischen Längsdurchschnitt, um das Verhalten der Kerne und der Querfaserlage, deren Fasern im Querschnitt als Punkte erscheinen, zu zeigen. Zwei »Wanderzellen» sind in den Kapselräumen zu erkennen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie der mittleren Kapseln im optischen Längsdurchschnitt. Sie sind durch breite Spaltenräume von einander getrennt und zeigen dadurch gut ihre Zusammensetzung aus je zwei Begrenzungshäutchen mit aussen daran liegenden Kernen, von welchen äusserst dünne Zellenhäutchen ausgehen, die an der Figur im optischen Durchschnitt als feine Fäden erscheinen. Zwischen den Begrenzungshäutchen jeder Kapsel erkennt man die punktförmigen Querschnitte der Querfasern in verschiedener Anordnung. Die Kapseln zeigen eine verschiedene Breite. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 184—200.


Fig. 1
Bl
Li
sp
sp
Fig. 2
Li
Fig. 3.
Fig. 4
sp
sp
sp

Tafel XXVI.

Pacinische Körperchen des Menschen.

Fig. 1. Partie von mittleren Kapseln im optischen Längsdurchschnitt und durch Spaltenräume, *sp*, von einander getrennt; die die Begrenzungshäutchen überziehenden Zellenhäutchen mit ihren Kernen sind theilweise etwas abgetrennt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie von drei mittleren Kapseln im optischen Längsdurchschnitt und durch die Spaltenräume von einander getrennt; links sind zwei der Häutchenzellen abgelöst und flottirend; rechts sieht man eine Verbindungsbrücke zwischen zwei Kernen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie von drei Kapseln aus der Nähe des Gipfelendes, in optischem Längsdurchschnitt aber perspectivischer Ausbreitung und durch die Spaltenräume von einander getrennt. Diese Kapseln zeigen verdünnte Stellen, indem durch Auseinanderweichen der quergehenden Fasern und stellenweise vorhandene Verminderung der Flüssigkeit der Kapselräume eine Verschmälerung der Kapseln entstanden ist; die beiden Begrenzungshäutchen jeder Kapsel legen sich nämlich hierbei näher an einander, und die scheinbaren Lücken werden dann nur von ihnen und den sie bekleidenden dünnen Häutchenzellen bedeckt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Partie von fünf Kapseln aus einem mit Holzessig und Anilin behandelten Körperchen; die Kapseln sind durch die Spaltenräume, *sp*, von einander getrennt, an den Begrenzungshäutchen sitzen beiderseits Kerne. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Partien von drei, durch Spaltenräume von einander getrennten Kapseln in optischem Längsdurchschnitt und perspectivischer Verlängerung, wobei man die Ausbreitung der Querfasern zwischen den Begrenzungshäutchen erkennt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partien von Kapseln, im optischen Längsdurchschnitt, bei welchen die Begrenzungshäutchen stellenweise an einander eingezogen sind, wodurch eine Art von Brücken entstehen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Zwei Kapseln im optischen Längsdurchschnitt; bei der rechts liegenden ist das eine Begrenzungshäutchen gegen einen Kern eingezogen. Frisch untersucht. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Zwei Kapseln im optischen Längsdurchschnitt; frisch untersucht; bei der rechts liegenden ist eine Querbrücke zwischen zwei Kernen vorhanden. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Eine Kapsel im optischen Längsdurchschnitt, in deren beiden Begrenzungshäutchen eine Menge feiner Fäserchen, theils im optischen Durchschnitt, theils davon verlängert wahrnehmbar sind; zwischen den Begrenzungshäutchen stehen die Querfasern des Kapselraums. Die Häutchenzellen abgelöst. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Zwei Kapseln und ein abgelöstes, flächenhaft ausgebreitetes Begrenzungshäutchen einer dritten Kapsel (rechts). Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 11. Partie von Kapseln am Gipfel; rechts ist ein Begrenzungshäutchen ausgebogen, wobei ein dünnes celluläres Häutchen dasselbe mit der folgenden Kapsel zu vereinigen scheint. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 12. Ein zwischen zwei Kapseln überspringender Balken, welcher sich an beiden ausbreitet. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13 und 14. Dünne Kapseln mit in den Spaltenräumen zwischen ihnen angesammelten, abgelösten und etwas angeschwollenen Kernen, theils reihenweise, theils massenhaft angeordnet. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 gezeichnet.

Siehe den Text S. 184—200.


Fig. 1.
sp
sp
sp
Fig. 2.
Fig. 3.
sp
sp
Fig. 4.
sp
sp
Fig. 5
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.

Tafel XXVII.

Kapselhäutchen der Pacinischen Körperchen des Menschen, in flächenhafter Ausbreitung.

Fig. 1. Kapsel mit den von verzweigten Protoplasmazonen umgebenen Kernen der Begrenzungshäutchen und einem in derselben verlaufenden, von zwei concentrischen, kernführenden Adventitiallamellen umschlossenen Blutgefäss, in dessen Wand Kerne einzelner Muskelzellen im optischen Querschnitt als kleinere ovale Gebilde gezeichnet sind.

Fig. 2. Kapsel mit einem schmalen Blutgefäss, dessen Adventitia nur eine Lamelle darstellt. Löcher sind in der Fibrillenschicht wahrnehmbar.

Fig. 3. Kapselhäutchen, an dem unter den fixen, von spärlichem Protoplasma umgebenen, Zellenkernen vier protoplasmareiche, scharf begrenzte Zellen (wahrscheinlich Wanderzellen) erscheinen.

Fig. 4. Kapsel mit zwei grösseren Löchern und einem kleinen, durch Ausfallen eines Kerns entstandenen; die Protoplasmazonen um die Kerne der Begrenzungshäutchen sind theilweise ziemlich gross und schön verzweigt. Eine lang ausgezogene »Wanderzelle» ist unter ihnen wahrnehmbar.

Fig. 5. Stark durchlöcherte Kapsel, an der nur einzelne Löcher von Zellenhäutchen überzogen erscheinen.

Fig. 6. Kapsel, bei welcher die Fibrillenlage stark durchlöchert ist, deren Löcher aber von Zellenhäutchen überzogen sind.

Fig. 7. Fibrillenlage einer Kapsel, deren Begrenzungshäutchen bis auf einige Kerne entfernt sind.

Fig. 8. Begrenzungshäutchen mit einigen von ausgefallenen Kernen herrührenden Löchern; links eine »Wanderzelle».

Fig. 9. Partie von einem Querschnitt eines Körperchens mit einigen aufgeblätterten Kapselhäutchen und Fibrillenschichten.

Bei den Fig. 1—5, 7—9 waren die Präparate mit Ueberosmiumsäure, bei der Fig. 6 mit Müllerscher Lösung behandelt; bei Allen war Rosanilin als Färbungsmittel benutzt. — Die Fig. 1—3 sind bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus); die Fig. 4, 6—9 sind bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). und die Fig. 5 bei dessen Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Siehe den Text S. 191—193.

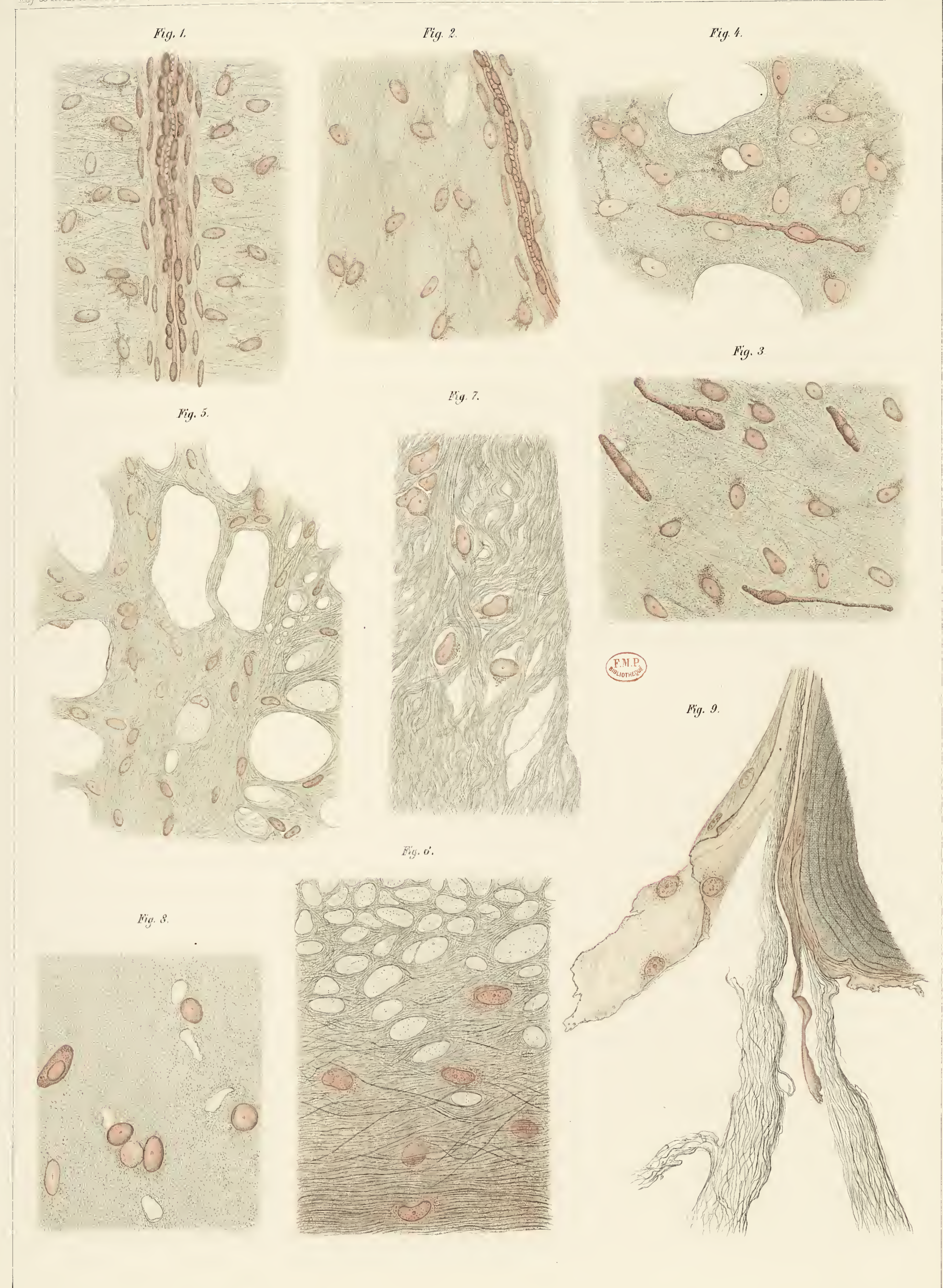


Fig. 1-5, 7, 8. gez. v. N. O. Björkman, Fig. 6, 9. gez. v. Th. Lundberg   Dir. v. A. Key & G. Retzius   Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.

Tafel XXVIII.

Pacinische Körperchen des Menschen.

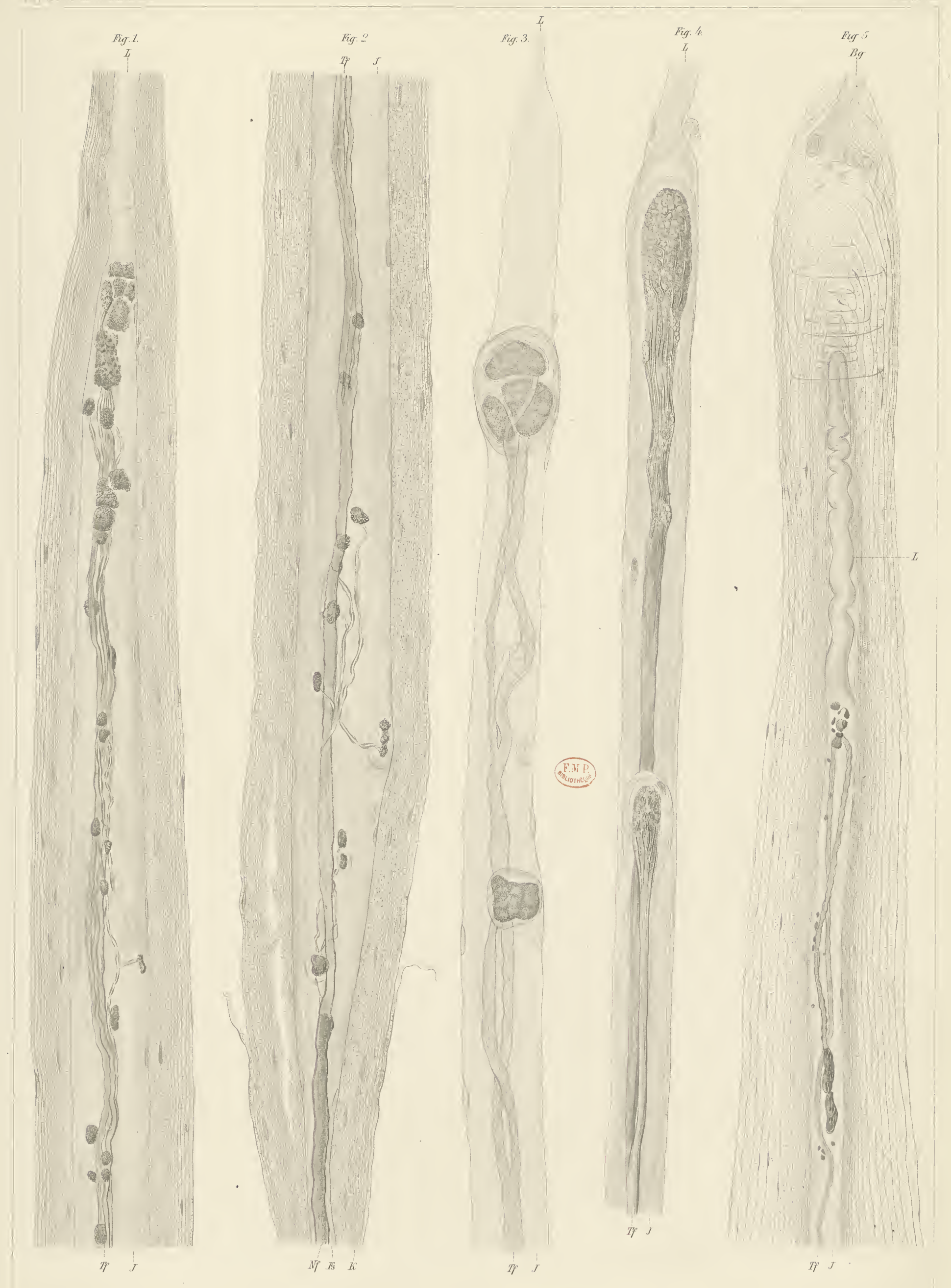
Fig. 1 und 2. Die beiden Hälften des Innenkolbens sammt der Nervenfaser und den inneren Kapseln eines Pacinischen Körperchens. — Die übrigen Kapseln waren abgestreift. — Fig. 2. Centrale Hälfte. *Nf*, Markhaltige Nervenfaser, von ihrer Fibrillenscheide, *Fs*, und den inneren Kapseln, *K*, umgeben; etwas höher oben geht die Fibrillenscheide in den Innenkolben, *I*, und die Nervenfaser nach Abgabe ihrer Myelinscheide in die blasse Terminalfaser, *Tf*, über. Letztere giebt hie und da feine Zweige mit einem centralen glänzenden, von einer varikösen Scheide umgebenen Faden nach verschiedenen Richtungen im Innenkolben ab, und diese Zweige endigen mit kleinen körnigen Endknospen, welche zuweilen von besonderen Hülsen umgeben erscheinen. Höher oben theilt sich die Terminalfaser in drei Zweige, deren weiterer Verlauf in Fig. 1 zu verfolgen ist; sie senden hie und da feine Zweige zu Endknospen ab, um gegen das Gipfelende des Innenkolbens hin mit einer Reihe von grösseren und kleineren Endknospen zu endigen. Noch höher oben geht der Innenkolben in das Ligamentum intercapsulare, *L*, über. Kurze Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Fig. 3. Peripherischer Theil eines isolirten Innenkolbens, *I*, mit der in ihm verlaufenden Terminalfaser, *Tf*, welche sich zu wiederholten Malen dichotomisch theilt und mit grossen körnigen, eine globuläre Eintheilung zeigenden, in besonderen, undeutlich geschichteten Hülsen des Innenkolbens eingeschlossenen Endknospen endigt. Höher oben wird der Innenkolben zugespitzt und geht in das schmale Ligamentum intercapsulare, *L*, über. Kurze Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Peripherischer Theil eines isolirten Innenkolbens, *I*, mit der Terminalfaser, *Tf*, welche sich in zwei Zweige theilt, von denen jeder mit einer ausgezogen birnförmigen oder typhaährenähnlichen Endknospe endigt. In der Nähe dieser Endknospen wird die Zusammensetzung der Terminalfaser aus Fibrillen immer deutlicher, bis sich diese Fibrillen in die Terminalsubstanz der Endknospen einsenken und in ihr verlaufend hie und da an die Oberfläche treten, um hier als glänzende Fäserchen zu erscheinen; eine Eintheilung in kleine Globulen ist hie und da sichtbar. Eine undeutliche Schichtung der Innenkolbensubstanz um die Endknospen lässt sich auch wahrnehmen. Nach oben hin geht der Innenkolben in das Ligamentum intercapsulare, *L*, über. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Peripherischer Theil eines von einer Anzahl innerer Kapseln umgebenen Innenkolbens, *I*, in welchem die Terminalfaser, *Tf*, eine Strecke weit geht, um höher oben umzubiegen und rückwärts zu verlaufen und mit zwei grösseren Endknospen zu endigen; auch während des Verlaufs liegen hie und da Gruppen von kleineren Endknospen. Höher oben geht der Innenkolben in das spiralig gewundene Ligamentum intercapsulare, *L*, über, dessen oberes Ende ebenfalls umbiegt und rückwärts verläuft, um zugespitzt zu endigen. Noch höher oben sieht man kreisförmige Einschnürungen der Kapseln, durch einziehende Fasern bedingt. Am Gipfel senkt sich eine Blutgefässschlinge, *Bg*, hinein. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 184—200.


Fig. 1.
L
Tf
J
Fig. 2
Tp
J
Nf
Es
K
Fig. 3.
L
Tf
J
Fig. 4.
L
Tf
J
Fig. 5
Bg
L
Tf
J

Tafel XXIX.

Pacinische Körperchen des Menschen.

Fig. 1. Gipfelende eines Pacinischen Körperchens. *I*, Innenkolben mit der Terminalfaser, *Tf*, welche drei Endknospen trägt. *Bl*, Blutgefässe. Hier ist kein eigentliches Ligamentum intercapsulare vorhanden. Kurze Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Stielende eines isolirten Innenkolbens, *I*, mit Nervenfaser *Nf*, welche die Myelinscheide abgiebt und in die Terminalfaser, *Tf*, übergeht. Zwei rückwärtslaufende Aeste, *F*, der Terminalfaser, bei welchen von einer varikösen Scheide umgebene, centrale, glänzende Fäden wahrnehmbar sind; diese Aeste endigen, der eine unverzweigt, der andere dichotomisch in drei Endknospen, *E*, getheilt, die von je einer Hülse umschlossen sind. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Isolirter Innenkolben mit eigenthümlichem Verlauf der Nervenfaser. Letztere, *Nf*, tritt, von ihrer Myelin- und Schwannschen Scheide, sowie von der Fibrillenscheide, *Fs*, und einer Perineurallamelle umgeben, an den Innenkolben heran, wird blass und biegt sich bald um, um nach noch einer Biegung theils Zweige nach einigen, an der Seite liegenden Endknospen, *E*, zu senden theils selbst in eine längliche, typhaährenähnliche Endknospe, *E'*, überzugehen, von deren Ende noch ein feiner variköser Faden, *F*, ausläuft, um wahrscheinlich zu einer hinten liegenden Endknospe zu treten. In diesen Endknospen und in der Terminalfaser selbst treten hie und da stark glänzende Fäserchen auf. Der Innenkolben scheint, wie die Terminalfaser, gebogen zu sein. Gegen den Gipfel verläuft der Innenkolben, schmal und von fibrillärem Aussehen, ohne Terminalfaser eine weite Strecke hin, um zuletzt in ein gewöhnliches Ligamentum intercapsulare überzugehen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Isolirte Terminalfaser, einen eigenthümlichen Streifen in ihrem Inneren zeigend. Behandlung mit Holzessig. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Eine Terminalfaser, welche im Innenkolben verlaufend mitten in einem Körperchen wieder von einer Myelinscheide eine Strecke weit umgeben wurde; diese Scheide steht von der fibrillären Terminalfaser nicht unbedeutend ab. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Stielende eines Innenkolbens, in den zwei Markfasern eintreten, um bald beide in blasse Terminalfasern überzugehen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Zugleich mit den innersten Kapseln isolirtes oberes Ende des Innenkolbens, *L*, in das Ligamentum intercapsulare übergehend. Behandlung mit 0,1 % Chromsäurelösung. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Stiel eines Pacinischen Körperchens, ungefähr anderthalb Millim. vor dem Uebergang in letzteres. Die Perineurallamellen sind meist entfernt, nur an den Enden, *P*, noch vorhanden. Eine reichliche Fibrillenscheide umgiebt die Nervenfaser. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 184—200.



Fig 1
Bg
Bg
J Tf
Fig 2.
F
Tf
F
E
E
E
Nf
J
Fig 6.
J
Nf
Fig 7
L
F
E'
E
E
Nf
Fs
Fig 4
Fig 3
Fig. 5
Fs
P

Tafel XXX.

Die Pacinischen Körperchen der Katze.

Fig. 1. Stiel und inneres Ende eines Pacinischen Körperchens aus dem Mesenterium der Katze. Optischer Längsdurchschnitt. Behandlung mit 3% Essigsäure. In der Mittellinie sieht man die markhaltige Nervenfaser, *Nf*, von unten her in dem Stiel verlaufen, um höher oben die Myelinscheide abzugeben und verengert in die sich später wieder erweiternde blasse Terminalfaser, *Tf*, überzugehen. Um letztere erkennt man beiderseits den sehr fein längsstreifigen Innenkolben, *I*. Zu beiden Seiten von diesem findet man eine Zone von dicht an einander liegenden Linien, den inneren Kapsellinien, und nach aussen von letzteren eine Anzahl von den weiter von einander getrennten mittleren und äusseren Kapsellinien. Die Linien erscheinen an diesem Bilde einfach; hie und da sieht man an ihnen die Durchschnitte der Kapselkerne mit ihrer perspectivischen Biegung angedeutet. Am Stiel erkennt man, wie die inneren, den Innenkolben umgebenden, Kapsellinien sich dicht gedrängt um die markhaltige Nervenfaser fortsetzen. Die zunächst äusseren legen sich dann an der Nervenfaser mehr und mehr nahe zusammen, d. h. die von den Kapselhäutchen eingeschlossenen Kapselräume verengern sich am Stiel. Dies geschieht im Allgemeinen, obwohl mehr oder weniger, plötzlich. Ein Theil der Kapseln geht dabei direct in die Perineurallamellen des zutretenden Nerven über, ein anderer Theil kommt im Stiel neu hinzu. Zwischen den Kapsellinien erkennt man im Stiel mehrere Blutgefässschlingen. Gezeichnet bei VérICKS Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie einiger Kapseln eines mit Goldchlorid behandelten Mesenterium-Körperchens im optischen Längsdurchschnitt. Hier erkennt man, wie die sonst einfach erscheinenden Kapsellinien sich stellenweise in zwei gespalten haben, von denen je eine dem Durchschnitt des kernführenden Begrenzungshäutchens einer Kapsel entspricht. Gez. bei VérICKS Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Partie des isolirten Innenkolbens aus einem Mesenterium-Körperchen mit der eintretenden und in ihrer Mitte verlaufenden Nervenfaser. Letztere giebt bald nach dem Eintreten ihre Myelinscheide ab und setzt sich als blasse Terminalfaser fort; eine fibrilläre Structur ist in ihr überall sichtbar. Im Innenkolben bemerkt man eine Zerklüftung durch längsgehende parallele Spalten; rings um ist der Innenkolben von einer kernführenden dünnen Hülle umgeben. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Ein »Durchgangskörperchen» aus dem Unterschenkel, bei welcher die markhaltige Nervenfaser nur hindurchläuft, um dann in einem folgenden, vollständig entwickelten, Pacinischen Körperchen zu endigen; in jenem Körperchen ist kein Innenkolben vorhanden, nur die perineuralen Lamellen sind zu Kapseln erweitert, wodurch das Aussehen eines Pacinischen Körperchens bedingt wird; beim Austreten der Nervenfasern gehen die Kapseln wieder in Perineurallamellen über. Das Myelin ist durch die Präparation stellenweise in stärkerer Ansammlung zusammengelaufen. Behandlung mit Holzessig. Gez. bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 2 (eingeschob. Tubus).

Fig. 5. Ein aus drei einfachen zusammengesetztes Körperchen, welches von einer gemeinsamen mehrschichtigen Kapselhülle umgeben ist. Zwei der drei Innenkolben sind am peripherischen Ende gespalten. *St* abgerissener gemeinsamer Stiel. Behandlung mit Holzessig. Gez. bei HARTNACKS Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6—9. Verschiedene Formen von Endigungen der Terminalfaser mit ihren Endknospen. Alle aus Mesenterium-Körperchen. — Fig. 6. Das peripherische Ende des Innenkolbens, welches zu einer besonderen Partie beinahe abgeschnürt erscheint. Rings um sieht man die innersten Kapseln. Die Terminalfaser verzweigt sich baumförmig, und jeder Ast endigt mit einer Endknospe von sehr wechselnder Grösse. Bei den grösseren erkennt man an der Oberfläche eine Abgrenzung zu kleineren rundlichen Partien. Kurze Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 7. Das peripherische Ende eines Innenkolbens, in welchem die breite, deutlich fibrilläre Terminalfaser mit einer grossen Endknospe endigt und nur zwei kleine Zweige weiter hin absendet, die zwischen den inneren Kapseln mit je einer kleinen Endknospe enden. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 8. Das peripherische Ende eines Innenkolbens, in welchem die unverzweigte Terminalfaser sich in eine einzige grosse pilzhut- oder schalenförmige Endknospe einsenkt. Kurze Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus). — Fig. 9. Das peripherische, gleichsam abgeschnürte Ende eines von den inneren Kapseln umgebenen Innenkolbens, bei welchem sich die Terminalfaser nach dem Eintritt in die abgeschnürte Partie sehr blass fortsetzt, um in einer pilzhutähnlichen Endknospe zu endigen. Frisch in Hühnereiweiss untersucht. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Das peripherische Ende eines noch im Mesenterium vorhandenen Körperchens, um das Verhältniss des Innenkolbens mit der in ihm verlaufenden Terminalfaser, der hellen Zone innerer Kapseln und ferner der folgenden Zonen von mittleren und äusseren Kapseln zu zeigen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Obj. 4 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 200—202.


Fig 1.
J Tf J
Fig 2
Fig 3.
Fig 4.
Fig 5.
Fig 8
Nf
Fig 10
Fig 7.
Fig 9.
Fig 6

Tafel XXXI.

Pacinische Körperchen des Kaninchens. Von dem an den Unterschenkelknochen liegenden Büschel.

Fig. 1. Ein ganzes Körperchen. Die markhaltige Nervenfaser, *Nf*, zeigt im Stiel eine Einschnürung und später einen Kern an der Schwannschen Scheide, giebt dann bald nach dem Eintritt in den Innenkolben zugespitzt die Myelinscheide ab und verläuft hier als blasse Terminalfaser ganz schmal, dann wieder verbreitert und von einem dünnen glänzenden Beleg umgeben, gewunden (bei *o* ein optischer Durchschnitt) bis zum Gipfel, wo sie in einer grossen körnigen Endknospe, *E*, endigt; bei *E'* ist wahrscheinlich eine kleinere Knospe vorhanden. Die ganze Terminalfaser und ebenfalls der noch in die Myelinscheide eingeschlossene Axencylinder zeigen überall eine sehr gut ausgeprägte Zusammensetzung aus Fibrillen. Der Innenkolben erscheint längsgestreift und ist aussen mit dichtliegenden, eckigen, so ziemlich in zwei Längsgruppen angeordneten Kernen besetzt. Bei *Bl* findet sich eine Blutgefässschlinge. Die Kapseln, welche in ihren Räumen sehr wenige Querfasern enthalten und an einzelnen Stellen durch Brücken verbunden sind, legen sich am Stiel an einander und gehen theils ins Perineurium direct über, theils schmelzen sie zusammen. Am Gipfelende findet man die innersten Kapseln um die Endknospe blasenförmig erweitert; die äusseren Kapseln bilden einen Zipfel, welcher etwas perspectivisch abgekürzt gezeichnet ist; dieser Zipfel ist sonst oft an der Seite des Körperchens hinabgezogen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Véricks Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Partie vom Stiel eines Körperchens, um die Art der Verdünnung der Kapseln zu zeigen. In einer Kapsel ist eine Blutgefässschlinge wahrnehmbar. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Kapseln eines Kaninchenkörperchens, um die Spaltung der Kapsellinien zu zeigen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Stielende eines Körperchens. *Nf* markhaltige Nervenfaser mit ihrem Uebergang in die Terminalfaser und Eintritt in den Innenkolben. Die Fortsetzung der Kapseln in die Perineurallamellen ist ebenfalls zu sehen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Peripherisches Ende eines Körperchens, um die streifige (blättrige) Beschaffenheit des Innenkolbens zu zeigen. Die Terminalfaser endigt mit einer grossen rundlichen Endknospe. Behandlung mit Holzessig und dann mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie des Innenkolbens, in welche die markhaltige Nervenfaser eintritt, um bald die Myelinscheide abzugeben und sich als blasse Terminalfaser fortzusetzen. Von letzterer läuft ein Zweig, welcher eine feine glänzende, von einer dicken Scheide umgebene Fibrille enthält, zurück, um in einer Endknospe zu endigen. Dieser Zweig ist ferner von einem besonderen Innenkolben umgeben und an der Grenze desselben findet man eine Anzahl gelblicher, glänzender Kügelchen von verschiedener Grösse, welche wahrscheinlich als Pigment anzusehen sind. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Celluläre Brücke zwischen zwei Kapsellamellen. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie des äusseren Theils des Innenkolbens mit deutlicher Schichtung; Kerne scheinen zwischen den Schichten vorhanden zu sein. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Ein »Durchgangskörperchen». Die markhaltige Nervenfaser tritt in einen Innenkolben ein und giebt ihre Myelinscheide zugespitzt ab, um als blasse, nur stellenweise von einem spärlichen dunklen Beleg umgebene Faser bis zum Ende des Innenkolbens zu verlaufen; hier umgiebt sie sich wieder mit einer Myelinscheide und tritt aus dem Körperchen heraus, um später in einem anderen Körperchen auf gewöhnliche Weise zu endigen. Am Innenkolben, welcher das übliche längsstreifige Aussehen besass, findet man zwei einander gegenüber liegende Reihen von Kernen. Die Kapseln gehen an beiden Enden des Körperchens in das Perineurium der Nervenfaser über; einzelne ringförmige Einschnürungen sind an den inneren Kapseln wahrnehmbar. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus).

Siehe den Text S. 202—205.



gez v Th. Lundberg
Dir. v A. Key & G. Retzius
Grav v Thornam Kjøbenhavn

Tafel XXXII.

Pacinische Körperchen des Kaninchens.

Fig. 1. Peripherisches Ende eines Körperchens, mit der Endigung der Terminalfaser (*Tf*) in vier Endknospen, von welchen die grösste in eine Hülse eingeschlossen ist. Die Kapsellinien sind durch mehrere Querbrücken mit einander verbunden. Links schiesst nach unten der ein Blutgefäss enthaltende Endgipfel nach unten hinab. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 nnd Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Ein ganzes Körperchen, bei dem die Terminalfaser nach Abgabe eines Endzweigs in geschlängeltem Verlauf wieder im Innern des Innenkolbens zurückläuft, um mit mehreren Zweigen in ebenso vielen Endknospen zu endigen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Ein Körperchen, von dem die meisten Kapseln abgestreift sind. Der grösste Theil der Terminalfaser biegt auch hier um und endigt, in Fäserchen aufgelöst, mit einer Anzahl von Endknospen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Obj. 7 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Ein Körperchen, von dem die meisten Kapseln abgestreift sind. Hier steigt der grösste Zweig der Terminalfaser in einem schmal ausgezogenen Innenkolben zum Gipfel des Körperchens, um da mit mehreren Endknospen zu endigen, während der andere Hauptzweig sich rückwärts biegt und mit mehreren sich schlängelnden Aesten in je einer Endknospe endigt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig 5. Peripherisches Ende eines Körperchens mit abgestreiften äusseren Kapseln. Die fibrillär erscheinende Terminalfaser endigt hier mit einer grossen Endknospe, in deren Substanz eine Anzahl von glänzenden, kleinen Gebilden wahrnehmbar ist. Die umgebenden Kapseln bilden hier eigenthümliche Ausbuchtungen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Partie vom Innenkolben nebst der Nervenfaser und den inneren Kapseln, in Humor aqueus untersucht; zu beiden Seiten des Innenkolbens sieht man die eigenthümlich gestalteten Kerne. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

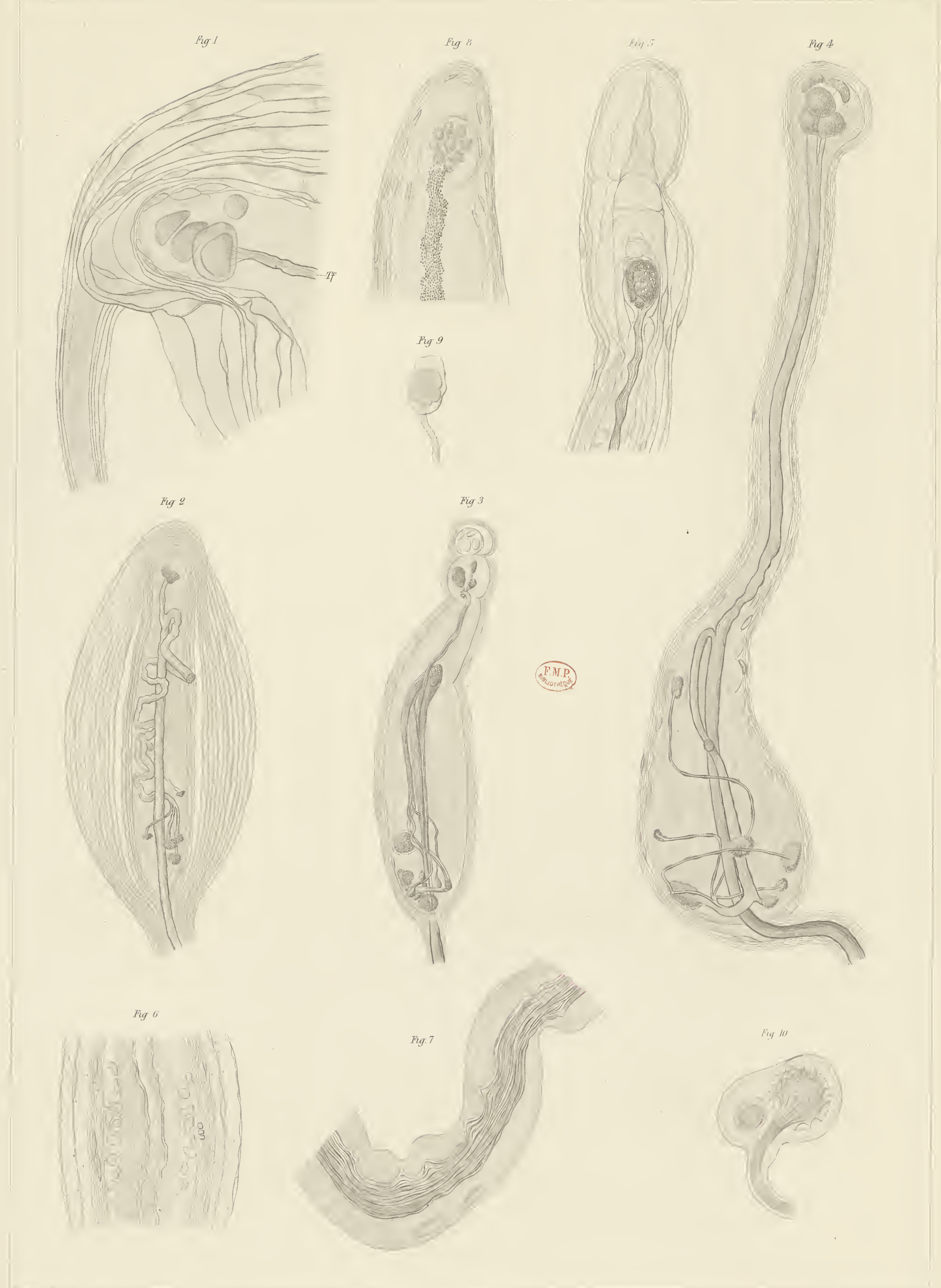
Fig. 7. Partie vom peripherischen Ende des Innenkolbens mit der in ihm verlaufenden Terminalfaser, deren Zusammensetzung aus Fibrillen sehr schön hervortritt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Peripherisches Ende eines Körperchens; die meisten Kapseln sind abgezogen. Durch kurze Behandlung mit Silberlösung und mit Wasser hat die Terminalfaser ein körniges Aussehen erhalten. Die Endknospengruppe erscheint als aus neun dichtliegenden rundlichen Knospenpartien zusammengesetzt. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 9. Endknospe (in eine Innenkolbenhülse eingeschlossen), bei welcher eine Eintheilung in kleinere rundliche Partien, Globulen, wahrnehmbar ist. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 10. Endknospen, in die Innenkolbenhülse eingeschlossen; bei der grösseren ist die Terminalsubstanz durch die Behandlung (Goldchlorid) zackig zurückgezogen; die Terminalfaser breitet sich strahlenförmig in derselben aus. Gez. bei HARTNACKS Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Siehe den Text S. 202—205.


Fig 1
Tf
Fig 8
Fig 5
Fig 4
Fig 9
Fig 2
Fig 3
Fig 6
Fig. 7
Fig 10

Tafel XXXIII.

Pacinische Körperchen der Vögel aus dem den Unterschenkelknochen anliegenden Büschel, von verschiedenen Vögeln.

Fig. 1. Der den Unterschenkelknochen anliegende Nervenzweig mit dem dazu gehörenden Büschel Pacinischer Körperchen, zu welchen der Nerv seine einzelnen Nervenfasern sendet, deren je eine in einem Körperchen endigt. Von der Sylvia Phœnicurus. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gezeichnet bei Hartnacks Obj. 2 und Ocul. 4 (ausgezog. Tubus).

Fig. 2. Optischer Längsdurchschnitt von einem einzelnen Pacinischen Körperchen aus dem Büschel an den Unterschenkelknochen des Buchfinken. Zu äusserst sieht man das aus mehrfachen, dichtliegenden, kernführenden Lamellen bestehende äussere Kapselsystem, welches eine directe Fortsetzung des Perineurium des von unten her kommenden Nerven darstellt. Dicht innerhalb dieses Kapselsystems, nur unten rechts künstlich von ihm getrennt, findet sich die breite Zone des quergehenden Fasergewebes, welches hier im optischen Durchschnitt als dichtliegende, schwanzförmig verlängerte Körnchen erscheint; hie und da finden sich zwischen diesen körnchenförmigen Faserdurchschnitten einzelne Kerne eingestreut, um welche eine, in dünne Ausläufer ausgezogene Protoplasmazone vorhanden ist. Von unten her dringt die vom Perineurium umgebene, mit Myelin- und Schwannscher Scheide versehene Nervenfaser ins Körperchen und dessen quergehende Fasergewebe hinein, wird dabei von einem schmalen Innenkolben umgeben, giebt die Myelinscheide (und wahrscheinlich auch die Schwannsche Scheide) ab, verbreitet sich bald und setzt als die blasse bandförmige Terminalfaser unverzweigt bis zum peripherischen Ende des Innenkolbens fort, um dort mit einer kleinen körnigen Endknospe zu endigen. Nach aussen von dem faserig-homogen erscheinenden Innenkolben findet sich beiderseits eine längsgestellte Reihe von rundlich-ovalen oder eckigen Kernen und zwischen ihnen und nach aussen von denselben eine schmale Zone einer hellen homogenen Substanz, in welcher hie und da auch Kerne liegen, und die dem quergehenden Fasergewebe unmittelbar angrenzt. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Bealeschem Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (halb ausgezog. Tubus).

Fig. 3. Ein kleineres Pacinisches Körperchen aus dem erwähnten Unterschenkelbüschel des Buchfinken. Optischer Längsdurchschnitt. Ungefähr dieselben Verhältnisse wie in der Fig. 2. Hier ist aber das Körperchen etwas um seine Längsaxe gedreht, wodurch man die Anordnung der beiden dem Innenkolben anliegenden Kernreihen erkennt; oben sind letztere wie in der Fig. 2 gestellt, unten liegen sie über und unter dem Innenkolben und zeigen dabei ihren Längsdurchmesser; die Terminalfaser erscheint in der oberen Abtheilung breit, in der unteren sehr schmal. Behandlung mit Ueberosminmsäure und Bealeschem Carmin. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 4. Aeusseres (peripherisches) Ende eines Pacinischen Unterschenkel-Körperchens vom Buchfinken. Optischer Längsdurchschnitt. Hier ist das äussere Kapselsystem vollständig entfernt; das quergehende Fasergewebe erscheint scharf begrenzt. Die beiden Kernreihen des Innenkolbens liegen hier über und unter demselben, und die zwischen den Kernreihen verlaufende Terminalfaser zeigt sich als sehr dünn, indem sie in dieser Lage von der Kante gesehen ist. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Bealeschem Carmin. Gez. bei Véricks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 5. Pacinisches Körperchen aus derselben Gegend des Cypselus apus. Optischer Längsdurchschnitt. Behandlung mit Holzessig. Ungefähr dieselben Verhältnisse wie in der Fig. 2. Durch die Behandlung ist aber die Zone des quergehenden Fasergewebes in Folge der Anschwellung homogener geworden, und die helle Schicht um den Innenkolben erscheint breiter. An der Innenseite des äusseren Kapselsystems sieht man eine Schicht glänzender Körnchen (schwach gelbliche Pigmentkörnchen?) Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 6. Inneres (centrales) Ende eines mit Goldchlorid behandelten Pacinischen Körperchens aus demselben Orte der Sylvia Phœnicurus. Das äussere Kapselsystem ist abgestreift. Das quergehende Fasergewebe erscheint fast homogen und gewissermassen durch die in Reihen gestellten eingebetteten Zellen mit ihren protoplasmatischen Ausläufern zu Schichten angeordnet. Die ganze Innenkolbenpartie mit der Nervenfaser war dunkel violett gefärbt. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 7. Aeusseres (peripherisches) Ende des Innenkolbens eines mit Goldchlorid behandelten Pacinischen Körperchens aus demselben Orte der Sylvia Phœnicurus. Zu beiden Seiten des dunkel gefärbten Innenkolbens, in welchem die Terminalfaser nicht wahrnehmbar war, erkennt man die Kernreihen. Am äussersten Ende findet sich ein grösserer Klumpen, welcher vielleicht einer Endknospe entspricht. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 8. Partie des Innenkolbens eines Pacinischen Körperchens aus demselben Orte der Sylvia Phœnicurus. Der Innenkolben befindet sich in solcher Lage, dass die Kernreihen, wie in der Fig. 4, an dessen oberer und unterer Seite liegen und zwischen denselben erkennt man die von der Kante gesehene und deshalb ganz schmal erscheinende Terminalfaser. Nach aussen von dem Innenkolben findet man einige dünne, helle Schichten mit schmalen Kernbildungen. Behandlung mit Holzessig. Gez. bei Hartnacks Imm. Obj. 10 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).



v Th. Lundberg, die übr v N. O. Bjerkman

Dir v A. Key & G. Retzius

Central-Tryckeri

Tafel XXXIV.

Endkolben aus der Conjunctiva des Menschen und des Kalbes.

Fig. 1—12. Verschiedene Formen von Endkolben aus der Conjunctiva des Menschen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Carmin. Gezeichnet bei Vérícks Obj. 8 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus). — Fig. 1. Kleiner Endkolben von einfacher Form, mit nur einer hinzutretenden Markfaser; an der einschichtigen Hülle sieht man zwei Kerne; in der körnig erscheinenden Terminalsubstanz sind mehrere hie und da auftauchende, glänzende Fäserchen wahrnehmbar. — Fig. 2. Kleiner Endkolben mit einer vom Perineurium umgebenen Markfaser, welche vor dem Eintritt eine Biegung macht und beim Abgeben der Myelinscheide einen Kern zeigt; die einfache Hülle enthält ferner einen ovalen Kern; in der Terminalsubstanz sind Fäserchen sichtbar. — Fig. 3. Länglich ovaler Endkolben mit einer Markfaser, welche an dessen Seite, aber innerhalb der kernführenden Hülle, hinaufsteigt, ehe sie in die Terminalsubstanz eintaucht; letztere erscheint körnig mit einer Anzahl grösserer Körner, welche wahrscheinlich theilweise Querschnitte von Fäserchen darstellen.

Fig. 4. Spindelförmiger, spitz ausgezogener Endkolben mit einer Markfaser, reichlich kernführender, einschichtiger Hülle und sowohl Körner als Fäserchen enthaltender Terminalsubstanz. — Fig. 5. Kleiner Endkolben mit zwei, innerhalb einer gemeinsamen, einschichtigen Perineuralhülle geschlängelt verlaufenden, hinzutretenden Markfasern; vor dem Eintritt der letzteren in die Terminalsubstanz erscheinen innerhalb der Perineuralhülle mehrere ovale und rundliche Kerne; in der einschichtigen Hülle des Endkolbens sind zwei Kerne sichtbar; die Terminalsubstanz zeigt eine Anzahl von Faserdurchschnitten. — Fig. 6. Runder Endkolben mit drei hinzutretenden Markfasern, reichlich kernführender Hülle und grössere und kleinere Körnchen zeigender Terminalsubstanz. — Fig. 7. Eiförmiger Endkolben mit drei Markfasern, welche in zwei verschiedenen Richtungen getrennt in die Terminalsubstanz eintreten, um in derselben mit beibehaltener Myelinscheide eine Strecke geschlängelt zu verlaufen. — Fig. 8. Endkolben mit zwei hinzutretenden Markfasern, welche vor dem Eintritt in die Terminalsubstanz innerhalb der gemeinsamen Hülle eine grosse Anzahl von Biegungen bilden; die rundlich-ovale Terminalsubstanz befindet sich am peripherischen Ende des Endkolbens. — Fig. 9. Grosser rundlicher Endkolben, bei welchem die einzige hineintretende Markfaser eine bedeutende Menge von Biegungen innerhalb der Kolbenhülle bildet; in der unteren Partie liegt die sphärisch geformte Terminalsubstanz. — Fig. 10. Endkolben mit jederseits zwei hinzutretenden Markfasern, von welchen jedessen zwei zusammenhängen und an dem Kolben vorbeigehen, so dass eigentlich nur zwei hineintreten. — Fig. 11. Eine einfache Markfaser, welche erstens neben einer Einschnürung einen spindelförmigen Endkolben trägt, der wahrscheinlich von der Einschnürungsstelle aus einen blassen Nervenzweig bekommt; die Markfaser tritt dann in einen zweiten länglich-ovalen Endkolben hinein und bildet in demselben innerhalb dessen Hülle mehrere Schlingen. — Fig. 12. Eine sich wiederholt theilende Markfaser, deren drei Aeste in je einem rundlichen Endkolben endigt; im Inneren der letzteren erscheinen hellere Partien, die einen oder gar mehrere Faserdurchschnitte enthalten; von einem Enthaupteten.

Fig. 13—18. Endkolben aus der Conjunctiva des Kalbes. — Fig. 13 und 15 nur mit 3 % Essigsäure behandelt; Fig. 14, 16 und 18 mit 0,1 % Essigsäure und dann mit 0,1 % Ueberosmiumsäure behandelt; Fig. 17 mit Ueberosmiumsäure und Carmin behandelt — Fig. 13, 15 und 17 sind bei Vérícks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), Fig. 14, 16 und 18 bei Hartnacks Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Bei allen Figuren ist der Uebergang der Perineuralscheide in die meist dreischichtig erscheinende, kernführende Hülle des Endkolbens sichtbar. In den Fig. 13 und 15 kann man die aus der Markfaser entstehende, blasse, im Innenkolben verlaufende Terminalfaser in einer verbreiterten, ziemlich spitz endigenden Partie verfolgen; in der Fig. 17 endet die Terminalfaser nach einer kleinen Erweiterung mit einer pilzhutähnlichen, körnigen Endknospe; in der Fig. 14 und 16 kann man die knopfförmig endigende Terminalfaser nur in dem späteren Verlauf verfolgen; in der Fig. 18 ist sie gar nicht sichtbar.

Betreffs der Fig. 1—12 siehe den Text S. 217—220.
Betreffs der Fig. 13—18 siehe den Text S. 214—216.



Gez v N. O. Bjorkman. Dir v A. Key & G. Retzius Central-Trycheriet, Stockholm.

Tafel XXXV.

Endkolben aus der Clitoris und dem Penis des Kaninchens.

Fig. 1—7. Endkolben aus der Glans clitoridis des Kaninchens, nach Behandlung mit 3 % Essigsäure, bei Vérick's Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 1 und 2. Einfachere Form, bei welcher die blass gewordene Terminalfaser sich dichotomisch theilt, um sich danach in ihre Fibrillen aufzulösen, die je mit einer Endknospe endigen; die Hülle des Endkolbens erscheint deutlich als Fortsetzung der Perineuralscheide. — Fig. 3 zeigt eine wiederholte dichotomische Theilung der Terminalfaser und Endigung ihrer Fibrillen in Endknospen; eine dieser Fibrillen läuft aus der gemeinsamen Hülle heraus, um schliesslich auch mit einer Endknospe zu endigen. — Fig. 4. Ein ähnlicher Endkolben, bei welchem die Terminalfaser einige Schlingenbiegungen macht. — Fig. 5. Eine ziemlich verwickelte Form von Endkolben, bei welcher zwei Nervenfasern (*Nf*) eintreten, um nach verschiedenen Biegungen mit Endknospen zu endigen. — Fig. 6 und 7. Ovaler und länglich-ovaler Endkolben, bei welchen die Terminalfaser durch mehrfache Schlängelungen einen verworrenen Knäuel bildet, um sich aber zuletzt auch in ihre Fibrillen aufzulösen und mit Endknospen zu endigen.

Fig. 8—18. Endkolben aus der Glans penis des Kaninchens. Fig. 8—17 nach Behandlung mit 3 % Essigsäure und dann meistens mit Ueberosmiumsäure; Fig. 18 nur mit Ueberosmiumsäure (und Carmin) behandelt. Alle Fig. 8—18 bei Vérick's Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet. — Fig. 8 und 10. Einfache Form, bei welcher die Terminalfaser nur einige kurze Schlingenbiegungen bildet, um dann ihre Fibrillen in Endknospen auszusenden. — Fig. 9—17. Mehr verwickelte Formen, bei welchen die entweder einfach (Fig. 9, 11, 12) oder doppelt (Fig. 13—16) eintretenden Nervenfasern nach verschiedenen, knäuelförmigen Biegungen mit Endknospen endigen; bei Fig. 13 und 14 verlaufen die Nervenfasern neben einander, bei Fig. 15 und 16 kommen sie von verschiedenen Richtungen hinzu. An mehreren dieser Figuren, besonders in den Fig. 9, 16 und 17, sieht man einzelne Fibrillen in ausschiessenden Partien der Endkolbenhülle auslaufen, um mit je einer Endknospe zu endigen. An allen Figuren ist die Zusammensetzung der Hülle oder Kapsel der Endkolben aus mehreren, concentrisch angeordneten, kernführenden Schichten schön im optischen Durchschnitt sichtbar, wobei die inneren aus den Lamellen des Perineurium direct sich fortsetzen, während die äusseren sich letzteren anlegen. In der Fig. 17 ist eine Partie des die Endkolben enthaltenden, durch die Essigsäure angeschwollenen Bindegewebes mit dessen Zellen und elastischen Fasern dargestellt; die drei Endkolben mit deren hinzutretenden Nervenfasern liegen mithin hier in situ. — Fig. 18. Mit Ueberosmiumsäure und Carmin behandelter Endkolben mit hinzutretender Markfaser, kernführender Kapsel und mehrfach eingeschnürtem Inhalt, in welchem hie und da kurze Fäserchen wahrnehmbar sind.

Siehe den Text S. 222—225.


Fig. 1.
Fig 3
Fig 4
Fig 2.
Fig 6
Fig 5.
Nf
Fig. 7
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig 10
Fig 16
Fig. 14.
Fig. 13.
Fig 17
Nf
Fig. 12.
Fig 15.
Fig 18.
Fig 11.

Tafel XXXVI.

Endkolben aus der Clitoris des Menschen. Pacinische Körperchen der Vögel. Zellenendkolben.

Fig. 1—5. Endkolben aus der Glans clitoridis des Menschen. — Fig. 1. Gruppe von kleineren, dicht an einander liegenden Endkolben im Bindegewebe (in situ) befindlich; die Endkolben sind von einer mehrschichtigen Hülle oder Kapsel umgeben. Behandlung mit Essigsäure und dann mit Ueberosmiumsäure; gezeichnet bei Vérick's Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus). — Fig. 2. Fast sphärischer Endkolben mit Kapsel und umgebendem Bindegewebe, in welchem sich schlängelnde Markfasern verlaufen. — Fig. 3 und 4. Isolirte Endkolben von verschiedener Grösse und verschiedener Gestalt; um dieselben findet sich noch eine dünne, kernführende Kapsel, welche in die Einkerbungen hineintritt; der körnig-faserige Inhalt erscheint in eine Anzahl kleinerer Partien getheilt; an Fig. 4 sieht man seitlich einige Markfasern. — Fig. 5. Endkolben mit umgebendem Gewebe, in dem zahlreiche Markfaserschlingen verlaufen; die Mittelpartie dieses Endkolbens war durch den Schnitt offen gelegt und ist hier dargestellt. — Die Fig. 2—5 sind nach Präparaten ausgeführt, welche mit Stichinjection von Ueberosmiumsäure und dann mit Carmin behandelt waren; sie sind bei Vérick's Obj. 8 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 6. Pacinisches Körperchen aus der Kopfhaut des Huhns, in optischem Längsschnitt, bei Vérick's Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet Behandlung mit Ueberosmiumsäure. (S. die Tafel XXXIII).

Fig. 7—9. Pacinische Körperchen aus der Zunge der Ente. — Fig. 7. Vollständiges Körperchen nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure dargestellt; innerhalb der dichten äusseren Kapsellage erscheint eine Zone kern- und faserführender Lamellen und zu innerst um den kurzen Innenkolben eine Zone, in deren concentrischen Lamellen keine Kerne, aber zahlreiche punktförmige Faserdurchschnitte wahrnehmbar sind. Die markhaltige, vom Perineurium umgebene, geschlängelte Nervenfaser behält Myelin- und Schwannsche Scheide bis zum Eintritt in den Innenkolben, um dann in die blasse Terminalfaser überzugehen; am Innenkolben liegen die beiden Kernreihen. — Fig. 8. Körperchen, bei welchem nur die äusseren Kapsellamellen und die eintretende Nervenfaser zurückgeblieben sind (die übrigen Theile waren ausgefallen); die eintretende Nervenfaser ist von einer deutlichen Schwannschen Scheide umgeben. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Fig. 9. Körperchen mit Essigsäure (3 %) behandelt, wodurch die äusseren Kapsellamellen schärfer hervortreten; die inneren sind homogener geworden, können aber noch in concentrischer Anordnung wahrgenommen werden. — Fig. 9 x. Eintretende Nervenfaser mit Myelin- und Schwannscher Scheide, um das Verhalten der concentrischen Schichten zu letzterer zu zeigen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure. — Die Fig. 7—9 sind bei Vérick's Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), die Fig. 9 x ist bei Vérick's Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Fig. 10 und 11. Pacinische Körperchen aus dem Schnabel der Waldschnepfe. — Fig. 10. Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Zu äusserst sieht man die äussere dünne Kapsel mit an der Innenseite liegenden Kernen und Körnchen; dann folgt nach innen hin die geschichtete Längsfaserzone; dann die schmale Querfaserzone; dann der Innenkolben mit den beiden Kernreihen; im Innenkolben findet man die blasse Terminalfaser mit einer grossen körnigen Endknospe endigend. — Fig. 11 stellt ein mit 3 % Essigsäure behandeltes Körperchen dar, bei dem die Längsfaserzone zu einer homogenen Masse angeschwollen ist, die Querfaserzone aber noch eine Andeutung zu ihrer fibrillären Zusammensetzung zeigt; die beiden Reihen von rectangulären Kernen sind perspectivisch gezeichnet. — Beide Figuren sind bei Vérick's Obj. 6 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

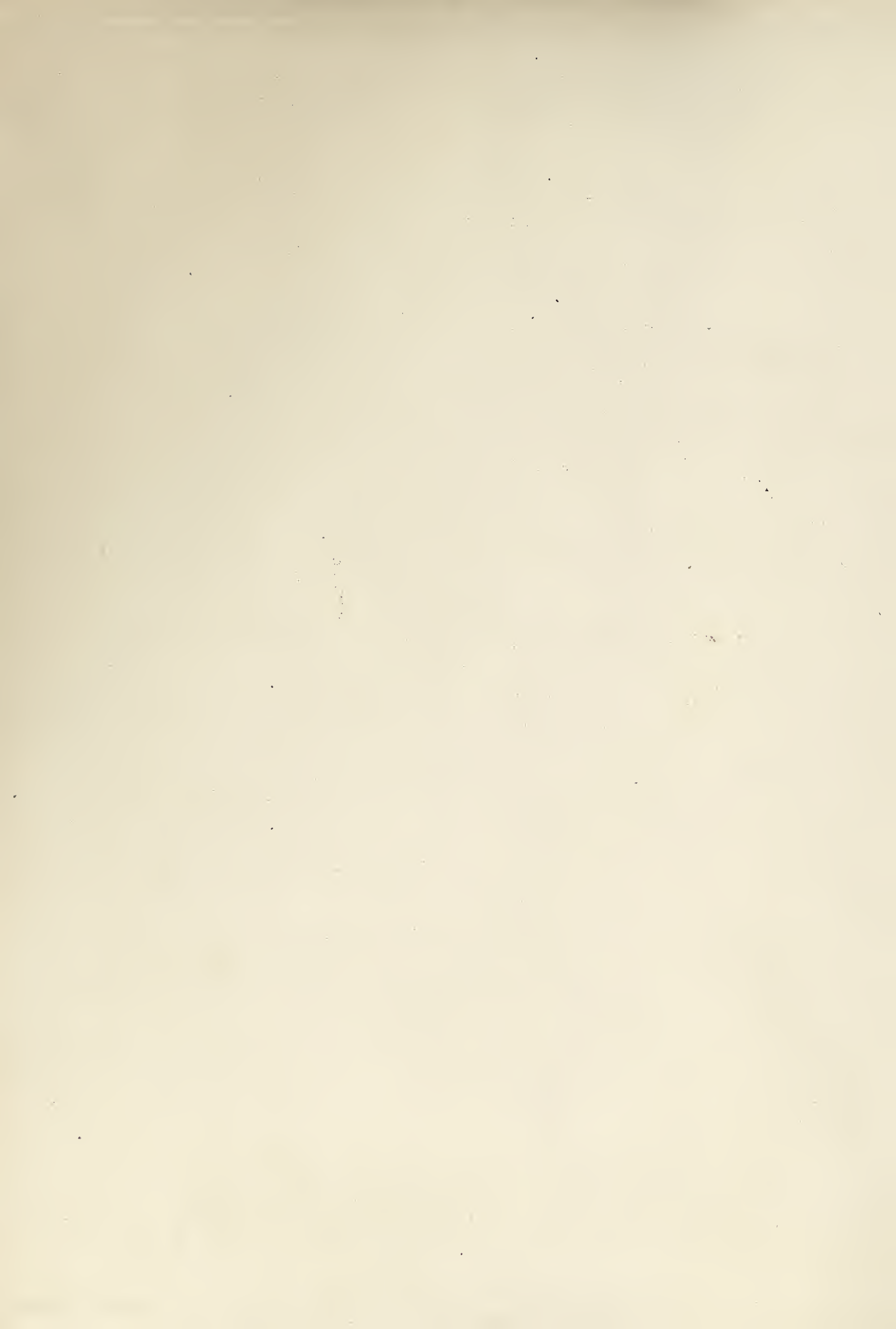
Fig. 12. Verticalschnitt von einer »harten» Papille der Entenzunge, bei welcher die Hornschicht abgelöst ist; vom oberen Rand der breiten Papille steigen kleine Papillenauswüchse aus; unterhalb derselben sieht man im Papillengewebe zerstreut eine Anzahl dunkler erscheinender, rundlicher Gebilde, welche den Zellenendkolben entsprechen; zu letzteren führt je eine Nervenfaser; ausserdem nimmt man hier zwei Pacinische Körperchen wahr; im Gewebe verlaufen sonst Blutgefässschlingen. Behandlung mit Essigsäure (3 %) und saurem Carmin. Gez. bei Vérick's Obj. 1 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 13. Verticalschnitt durch den Papillensaum an der Spitze des Entenschnabels; von den Papillen ist nur eine (links) vollständig, die übrigen drei abgeschnitten; die Hornschicht ist entfernt. Im unterliegenden Gewebe sieht man starke Nervenzweige und zwischen ihnen zahlreiche Pacinische Körperchen; die Nervenzweige steigen in die Papillen hinaus und sind auch hier mit zahlreichen Pacinischen Körperchen und gegen die Spitze hin mit einem Büschel von Zellenendkolben versehen. Unten sieht man im Gewebe auch Blutgefässschlingen. Behandlung mit 3 % Essigsäure und saurem Carmin. Gez. bei Vérick's Obj. 1 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 14. Zellenendkolben aus einer »harten» Papille der Entenzunge, mit 3 % Essigsäure behandelt. Man sieht die von einem mehrschichtigen Perineurium umgebene Markfaser zum Kolben hinaufsteigen, wobei das Perineurium in die mehrschichtige Kolbenhülle übergeht. Gez. bei Hartnack's Imm. Obj. 9 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus).

Fig. 15—22. Zellenendkolben aus den »weichen» Papillen der Entenzunge, in verschiedener Lage dargestellt; alle mit Ueberosmiumsäure behandelt. — Fig. 15. Ein Kolben in solcher Lage, dass man die eintretende, markhaltige, von einem dicken Peri-


Fig 1.
Fig 2.
Fig 3.
Fig 4.
Fig 5
Fig 6.
Fig 7
Fig 8.
Fig 9.
Fig 9 x
Fig 10.
Fig 11.
Fig 12.
Fig 13.
Fig 14.
Fig 15.
Fig 16.
Fig 17.
Fig 18.
Fig 19
Fig 20.
Fig 21.
Fig 22.



neurium umgebene Nervenfaser an der Seite des Kolbens aufsteigen und nach Verlust ihrer Markscheide in die zwischen den drei Zellen befindlichen Scheiben übergehen sieht. — Fig. 16. Kolben, bei welchem die Nervenfaser in einen glänzenden Faden übergeht, den man nur nach der unteren Scheibe hinaufsteigen sieht. — Fig. 17. Hier geht die Nervenfaser halb trichterförmig erweitert in zwei Zwischenscheiben über. — Fig. 18. Ebenfalls Uebergang der Nervenfaser in zwei Zwischenscheiben. — Fig. 19. Uebergang der Nervenfaser in eine breite Scheibe von Zwischensubstanz. — Fig. 20. Am unteren Rand des Kolbens, zwischen der Kapsel und der untersten Zelle erkennt man eine Schale von Zwischensubstanz. — Fig. 21. Zellenendkolben »von oben», an einem Horizontalschnitt gesehen. Innerhalb der kernführenden Hülle sieht man erstens die oberste rundliche Zelle und ihren runden Kern; unter derselben nimmt man eine dunklere sensenförmige Partie wahr, welche einer Zwischenscheibe zwischen der obersten und der dann nach unten hin folgenden Zelle, deren Kern auch hervortritt, entspricht. — Fig. 22. Zellenendkolben mit zwei Zellen, zwischen welchen die Nervenfaser in die Endscheibe hinaufsteigt. — Fig. 15, 16, 18—22 bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 3 (ausgezog. Tubus), Fig. 17 bei VÉRICKS Obj. 8 und Ocul. 2 (ausgezog. Tubus) gezeichnet.

Betreffs der Fig. 1—5 siehe den Text S. 225—226.
Betreffs der Fig. 6—13 siehe den Text S. 209—211.
Betreffs der Fig. 12—22 siehe den Text. S. 227—228.

Tabelle

der **Vergrösserungen der von uns angewandten Linsensysteme von Hartnack und von Vérick,** um ungefähr die Vergrösserungen anzugeben, bei welchen die Figuren der Tafeln ausgeführt sind:

Systeme von Hartnack.

Objectivsysteme.	Oculare.		
	N:o 2.	N:o 3.	N:o 4.
N:o 2	30	40	—
N:o 4	65	90	140
N:o 7	220	300	450
N:o 8	300	400	600
Immers. N:o 9	450	600	950
Immers. N:o 10	600	750	1100

Systeme von Vérick.

Objectivsysteme.	Oculare.					
	N:o 1.		N:o 2.		N:o 3.	
	eingeschob.	ausgezog.	eingeschob.	ausgezog.	eingeschob.	ausgezog.
N:o 1	30	55	60	100	90	140
N:o 2	C0	100	80	150	120	220
N:o 6	170	290	220	400	330	570
N:o 8	300	480	400	700	540	850





